

Aus der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik  
Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie  
an der Universität Tübingen

Langzeitergebnisse dorsal instrumentierter Frakturen  
(Th1-Th7)

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin

der Medizinischen Fakultät  
der Eberhard Karls Universität  
zu Tübingen

vorgelegt von  
Vu, Ngoc Tamanh

2018

Dekan:

Professor Dr. I. B. Autenrieth

1. Berichterstatter:

Privatdozent Dr. A. Badke

2. Berichterstatter:

Professor Dr. U. Leichtle

Tag der Disputation:

04.07.2017

Diese Arbeit ist meiner Lebensgefährtin  
Und meiner Familie gewidmet.

## **Inhaltsverzeichnis**

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>EINLEITUNG</b>                                   | <b>1</b>  |
| 1.1      | Verletzungsmuster und Klassifikationen              | 1         |
| 1.2      | Therapie  | 1         |
| 1.2.1    | Konservative Therapie                               | 2         |
| 1.3      | Operative Versorgungsmethoden der Brustwirbelsäule  | 2         |
| 1.3.1    | Dorsale Instrumentierung                            | 2         |
| <b>2</b> | <b>MATERIAL UND METHODEN</b>                        | <b>5</b>  |
| 2.1      | Ziele und Einschlusskriterien                       | 5         |
| 2.2      | Studiendesign                                       | 5         |
| 2.2.1    | Kollektiv   | 5         |
| 2.3      | Daten bei Aufnahme in die Studie                    | 5         |
| 2.3.1    | Pathogenese   | 5         |
| 2.4      | Operation   | 6         |
| 2.4.1    | OP-Dokumentation                                    | 6         |
| 2.4.2    | Perioperative Komplikationen                        | 6         |
| 2.4.3    | Postoperative Komplikationen                        | 7         |
| 2.5      | Nachuntersuchung                                    | 7         |
| 2.5.1    | Ablauf der Nachuntersuchung                         | 7         |
| 2.5.2    | Klinische Untersuchung                              | 7         |
| 2.5.3    | Röntgenologische Auswertung                         | 8         |
| 2.5.4    | Short Form-36 Health Survey                         | 9         |
| 2.5.5    | Oswestry Disability Index (ODI)                     | 10        |
| 2.5.6    | Visual Analogue Scale (VAS Scale)                   | 10        |
| 2.5.7    | Spinal Cord Independence Measure-Score (SCIM-score) | 10        |
| 2.6      | Datenauswertung                                     | 10        |
| <b>3</b> | <b>ERGEBNISSE</b>                                   | <b>11</b> |
| 3.1      | Patientendaten                                      | 11        |
| 3.2      | Daten bei Aufnahme                                  | 11        |
| 3.2.1    | Versorgungszeitpunkt der Wirbelsäulenverletzungen   | 12        |
| 3.2.2    | Unfallursachen und direkte Folgen                   | 12        |
| 3.3      | Daten zur Operation                                 | 14        |
| 3.3.1    | Art der Behandlung                                  | 14        |
| 3.3.2    | Dauer der Operation                                 | 14        |
| 3.3.3    | Stationärer Aufenthalt                              | 15        |
| 3.4      | Ergebnisse der Nachuntersuchung                     | 15        |
| 3.4.1    | Nachuntersuchungszeitraum                           | 15        |
| 3.4.2    | Anamnestische Nachuntersuchung                      | 15        |
| 3.4.3    | Klinische Nachuntersuchung                          | 16        |
| 3.4.4    | Rückenfunktion (ODI-Score)                          | 18        |
| 3.4.5    | Spinal Cord Independence Measure (SCIM-Score)       | 19        |
| 3.4.6    | Short Form-36 (SF-36)                               | 20        |
| 3.4.7    | Radiologische Parameter der Nachuntersuchung        | 20        |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>4</b> | <b>DISKUSSION</b>                            | <b>23</b> |
| 4.2      | Patientenkollektiv                           | 24        |
| 4.3      | Wirbelsäulenverletzungen                     | 25        |
| 4.5      | Versorgungsmethoden in der Gegenüberstellung | 25        |
| 4.5.1    | Konservative Therapie                        | 25        |
| 4.5.2    | Dorsale/Ventrale Vorgehensweisen             | 26        |
| 4.5.5    | Komplikationen                               | 28        |
| 4.5.6    | Metallentfernung                             | 31        |
| 4.6      | Radiologische Ergebnisse                     | 31        |
| 4.6.1    | Korrekturgewinn und -verlust                 | 31        |
| 4.7      | Scores                                       | 34        |
| 4.7.1    | Oswestry Disability Index                    | 34        |
| 4.7.2    | Spinal Cord Independence Measure             | 35        |
| 4.7.3    | Short-Form-36                                | 36        |
| 4.8      | Soziale Folgen                               | 38        |
| <b>5</b> | <b>FAZIT</b>                                 | <b>40</b> |
| <b>6</b> | <b>LITERATURVERZEICHNIS</b>                  | <b>41</b> |
| <b>7</b> | <b>ANLAGEN</b>                               | <b>50</b> |
| <b>8</b> | <b>ERKLÄRUNG ZUM EIGENANTEIL</b>             | <b>59</b> |

## Abkürzungsverzeichnis

|             |   |
|-------------|---|
| AGES        | Allgemeine Gesundheitswahrnehmung   |
| AG WS DGU   | Arbeitsgemeinschaft Wirbelsäule der Deutschen<br>Gesellschaft für Unfallchirurgie |
| AIS         | Abbreviated Injury Scale  |
| ap          | anterior-posterior  |
| ASA-Score   | American Society of Anesthesiologists   |
| ASIA-Score  | American Spinal Injury Association  |
| AU          | Arbeitsunfähigkeit  |
| biGDW       | bisegmentaler Cobb-Winkel   |
| biSKW       | bisegmentaler skoliotischer Winkel  |
| BV          | Bildwandler   |
| BWK         | Brustwirbelkörper   |
| BWS         | Brustwirbelsäule  |
| EMRO        | Emotionale Rollenfunktion   |
| FBA         | Finger-Boden-Abstand  |
| FU          | Follow-up   |
| GHZ         | Veränderungen Gesundheitszustand  |
| ISS         | Injury Severity Scale   |
| KÖFU        | Körperliche Funktionsfähigkeit  |
| KÖRO        | Körperliche Rollenfunktion  |
| KV          | Korrekturverlust  |
| LJA         | Liegen-Jugulum-Abstand  |
| monoGDW     | monosegmentaler Cobb-Winkel   |
| Non-Q       | Nicht-paraplegische Probanden   |
| ODI-Score   | Oswestry Disability Index   |
| PSYC        | Psychisches Wohlbefinden  |
| Reha        | Rehabilitation  |
| RM          | Rückenmark  |
| Rö          | Röntgen   |
| SCHM        | Körperliche Schmerzen   |
| SCIM-Score  | Spinal Cord Independence Measure  |
| SCT         | sagittale und coronale Translation  |
| SD          | Standardabweichung  |
| SF-36-Score | Short Form-36 Health Survey   |
| SI          | Sagittaler Index  |
| SOFU        | Soziale Funktionsfähigkeit  |
| VAS         | Visuelle Analogskala  |
| VITA        | Vitalität   |

## **1 Einleitung**

### **1.1 Verletzungsmuster und Klassifikationen**

Instabile Frakturen der oberen Brustwirbelsäule stellen aufgrund der hohen Inzidenz an Begleitverletzungen, Rückenmarksläsionen und komplexer Frakturklassifikation eine therapeutische Herausforderung dar [44, 48, 59]. Verletzungen der oberen BWS entstehen häufig bei Hochrasanztraumata wie z.B. Motorradunfällen [15, 61, 78, 100]. Zudem sind Verletzungen an der oberen Brustwirbelsäule, aufgrund der physiologischen Enge des Spinalkanals mit einer hohen Inzidenz neurologischer Ausfälle begleitet [8, 102, 107]. Es existieren verschiedene Klassifikationen für die Einteilung der Verletzungen. Das „Zwei-Säulenkonzept“ wurde von Whitesides 1977 beschrieben [123]. Ergänzend erweiterte Louis et al. [80] das System um die mittlere Säule, die aus dem dorsalen Drittel des Wirbelkörpers, der Bandscheibe und vom hinteren Längsband gebildet wird. Das Dreisäulenkonzept nach Denis [38] teilt den Wirbelkörper in drei Abschnitte von ventral nach dorsal ein. Die heute gängige AO-Klassifikation orientiert sich an der Magerl Klassifikation und beschreibt die verschiedenen Verletzungsformen basierend auf dem Verletzungsmechanismus [9, 27, 81, 106]. Zur therapeutischen Beurteilung der Fraktur ist jedoch eine Beteiligung der hinteren Säule grundsätzlich als instabil einzustufen [105]. Als hochgradig instabil gelten zudem Frakturen, wenn eine neurologische Verschlechterung zu erwarten ist [119].

### **1.2 Therapie**

Die Behandlung von BWS-Verletzungen ist von der Lokalisation der Verletzung, dem Verletzungstyp, den Begleitverletzungen sowie dem Allgemeinzustand und dem Alter des Verunfallten abhängig. Generell stehen bei Frakturen der oberen Brustwirbelsäule konservative und verschiedene operative Therapieformen zur Verfügung.

### **1.2.1 Konservative Therapie**

Die konservative Therapie galt lange Zeit als Standard bei stabilen Frakturen der oberen Brustwirbelsäule [29]. Abhängig von der Art der Verletzung ist die konservative Therapie mit funktioneller Therapie unter adäquater Analgesie auch heute noch als Standard zu sehen [17, 43, 82, 96]. Durch die konservative Therapie lassen sich die in Verbindung mit einer Operation unzweifelhaft bestehenden Risiken vermeiden [109, 126]. Einige Autoren berichten über gute Langzeitergebnisse nach konservativer Therapie, jedoch auch über die damit verbundenen möglichen Komplikationen wie sekundäre Kyphose [10, 14, 21, 66, 96, 99, 109, 126].

### **1.3 Operative Versorgungsmethoden der Brustwirbelsäule**

Bei instabilen Frakturen der oberen Brustwirbelsäule besteht die Indikation zur dorsalen Stabilisierung, auch um weitere Schäden zu verhindern [16, 32, 46, 56, 71, 120, 128]. Die Indikation zur primären dorsalen oder sekundären ventralen Spondylodese ist nach wie vor umstritten. In der Literatur finden sich zur Therapie von Frakturen der Brustwirbelsäule, oberhalb von BWK 7, nur spärlich aussagekräftige Daten [56, 71, 117, 121]. Einige Grundsätze der operativen Therapie wurden von Maier et al. [83] beschrieben.

#### **1.3.1 Dorsale Instrumentierung**

Die Stabilisierung des verletzten Segmentes erfolgt mittels eines transpedikulär eingebrachten Fixateur interne Systems [16, 121]. Es werden hierbei offene als auch minimalinvasive Verfahren verwendet. Die Wahl des jeweiligen Verfahrens hängt von der Verletzung und den Begleitverletzungen ab. Bei Verletzungen ohne Beteiligung des Rückenmarkes haben sich die minimalinvasiven Verfahren durchgesetzt [32, 52, 104, 114].

### **1.4 Risikoprofil der operativen Versorgung**

Im Vergleich zu den isolierten ventralen oder dorsalen Instrumentierungen, dauert die kombinierte dorsoventrale Technik im Schnitt wesentlich länger (+90-146 min) und ein größerer Blutverlust ist entsprechend zu erwarten (+309-425



ml). Ebenso ist die Dauer des stationären Aufenthaltes prolongiert bei dorsoventralen Techniken (+6-10 Tage). Operative Versorgung an der BWS benötigen längere Durchleuchtungszeiten, wobei die kombinierte dorsoventrale Technik die größte Strahlenbelastung innehat (+106-112 s). Komplikationsvolle Verläufe (+4,8-5,3 %) und die Anzahl der operativen Revisionen (+3,2-17,6 %) wurden vor allem in den dorsoventralen und rein ventralen Gruppen beobachtet. Unabhängig des operativen Zuganges klagten 17% der Patienten über Restbeschwerden nach einer autologen Spongiosaentnahme am Beckenkamm [95]. Mit allen Operationstechniken kann eine Korrektur der posttraumatischen Fehlstellung der BWS erzielt werden. Die isoliert dorsale Instrumentierung erzielte dabei die größten Korrekturgewinne (9°) [95].

### **1.5 Lebensqualität als Maß**

Der Begriff „Lebensqualität (Quality of Life)“ wurde erstmals in den zwanziger Jahren im Zusammenhang mit wirtschaftlichen Aspekten erwähnt [124]. Die Definition der WHO lautet: „Lebensqualität ist die subjektive Wahrnehmung einer Person über ihre Stellung im Leben in Relation zur Kultur und den Wertsystemen in denen sie lebt und in Bezug auf ihre Ziele, Erwartungen, Standards und Anliegen.“ [124]

Gesundheitsbezogene Lebensqualität ist mit subjektiven Gesundheitsindikatoren gleichzusetzen und beschreibt ein multifaktorielles psychologisches Konstrukt, dass durch folgende Komponenten zu evaluieren ist: psychisches Befinden, körperliche Verfassung, soziale Beziehungen und funktionelle Kompetenz der Befragten [25]. Erst in den achtziger Jahren wurde die Lebensqualität als eigenständiger Terminus in die Medizin eingeführt [85]. Seither hat die Lebensqualitätsforschung eine Reihe von Instrumenten entwickelt, welche die gesundheitsbezogene Lebensqualität messen. In krankheitsübergreifenden Methoden wird versucht einen Indikator für die subjektive Gesundheit von Populationen zu gewinnen, der unabhängig vom gegenwärtigen Gesundheitszustand für verschiedene Forschungszwecke verwandt werden kann. Im Vergleich dazu zielen krankheitsspezifische Methoden darauf ab, gesundheitsbezogene Lebensqualität spezifischer zu

erfassen [118, 122].

Das Ziel der vorliegenden Studie war es daher, die Langzeitergebnisse nach dorsal instrumentierten Th1 bis Th7-Frakturen hinsichtlich funktionellem Outcome und Korrekturverlust zu evaluieren und mit der multifaktoriellen Lebensqualität zu korrelieren.

## **2 Material und Methoden**

### **2.1 Ziele und Einschlusskriterien**

Inhalt dieser retrospektiven Studie ist die Evaluation von radiologischen und klinischen Langzeitergebnissen nach isoliert dorsal instrumentierten Verletzungen der Brustwirbelsäule auf Höhe von Th1 bis Th7. Im Rahmen einer Nachuntersuchung sollen verschiedene Parameter erfasst werden.

Folgende Ausschlusskriterien wurden festgelegt: kindliche Frakturen (Aufnahmealter < 18 Jahren), maligne Vorerkrankungen, ein schweres Schädel-Hirn-Trauma oder psychische Erkrankungen.

### **2.2 Studiendesign**

Aus einer internen Datenbank-Analyse in dem Zeitraum vom 25.08.2001 bis zum 17.11.2010 konnten 71 Patienten identifiziert werden, welche die o.g. Kriterien erfüllten.

#### **2.2.1 Kollektiv**

38 Probanden konnten rekrutiert werden. 20 dieser Probanden hatten eine Verletzung des Rückenmarkes. 2 Probanden waren verstorben, 13 waren unbekannt verzogen, 8 wurden aufgrund gegebener Ausschlusskriterien ausgeschlossen und 10 Probanden lehnten eine Teilnahme ab.

### **2.3 Daten bei Aufnahme in die Studie**

Zum Zeitpunkt der Aufnahme in die Studie wurden aus den Patientenakten Daten zu dem Probanden, Daten zum Unfall, Unfallschwere und der neurologische Status erhoben.

#### **2.3.1 Pathogenese**

Die Unfallmechanismen wurden hierbei in acht unterschiedliche Kategorien unterteilt:

- Banaler Sturz
- Sturz aus großer Höhe

- Aufprall eines Gegenstandes
- Kfz-Unfall
- Motorradunfall
- Verletzung als Fahrradfahrer
- Verletzung als Fußgänger
- Sonstige Gründe

## **2.4 Operation**

Alle Frakturen der Studienteilnehmer wurden in der BG Unfallklinik Tübingen operiert. Es erfolgte eine dorsale Instrumentierung in offener oder minimalinvasiver Technik und ggf. einer Spondylodese.

### **2.4.1 OP-Dokumentation**

Folgende Daten wurden der OP-Dokumentationen entnommen:

- Verwendung von Knochenspan: allogen, autolog, Komplikationen
- Vorgehen: offen oder minimal-invasiv
- Materialien: verwendetes System, Anzahl der Schrauben, Längsträger und Querverbinder
- Anzahl der fusionierten Segmente
- ASA-Score
- Dekompression des Spinalkanals
- Operationszeit

### **2.4.2 Perioperative Komplikationen**

- Blutung
- Schraubenfehlplatzierung
- Wechsel auf offene OP-Technik
- Technische Probleme
- Iatrogene Duraverletzung

- Iatrogene Nervenverletzung
- Iatrogene Rückenmarksverletzung

### **2.4.3 Postoperative Komplikationen**

- Schraubenlockerung
- Schraubenbruch
- Schraubenfehlage
- Wundinfektion
- Thrombosen/Embolien
- Korrekturverluste
- Unzureichende Korrektur
- Nachblutung
- Sonstige Komplikationen

## **2.5 Nachuntersuchung**

### **2.5.1 Ablauf der Nachuntersuchung**

Die Probanden wurden klinisch untersucht und im Anschluss erfolgte die Erhebung des SF-36, ODI und SCIM.

Ergab sich eine Indikation zu einer radiologischen Bildgebung wurde diese durch den Prüfarzt gestellt.

Probanden, welche die Anreise nicht bewerkstelligen konnten, wurden mittels Telefoninterview (n=6) involviert und die körperliche Nachuntersuchung unter lokaler physiotherapeutischer Aufsicht eruiert.

### **2.5.2 Klinische Untersuchung**

In der Nachuntersuchung wurden folgende Parameter dokumentiert:

- VAS Scale
- Genußmittel-/Medikamentenanamnese
- Narbenstatus
- Freiheitsgrade der HWS und BWS

- Liegen-Jugulumabstand
- Finger-Boden-Abstand bzw. Finger-Fuß-Abstand bei Probanden mit Rückenmarksverletzung
- die Maße nach Ott und Schober

### 2.5.3 Röntgenologische Auswertung

Die Auswertung der radiologischen Daten erfolgte mit einem digitalen System (IMPAX). Zur Auswertung wurden die vorliegende aktuellste und die direkt postoperative Röntgenaufnahme verwendet.

Alle Parameter wurden von zwei unabhängigen Untersuchern ermittelt.

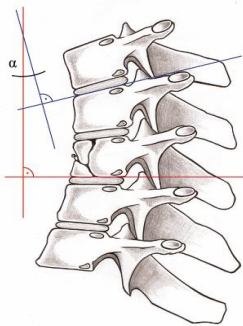
Die ermittelten Werte wurden gemittelt, bei Differenzen erfolgte eine Konsensusbildung.

Folgende Parameter wurden erfasst:

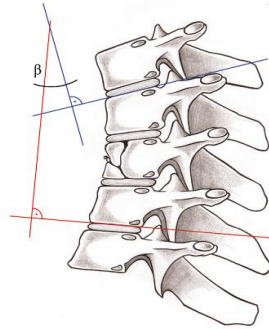
- anteriore Höhe des verletzten Wirbelkörpers [mm]
- posteriore Höhe des verletzten Wirbelkörpers [mm]
- Sagittaler Index (posteriore Höhe/anteriore Höhe) [%]
- posteriore Höhe des kranialen Wirbelkörpers [mm]
- posteriore Höhe des kaudalen Wirbelkörpers [mm]
- monosegmentaler Grund-Deckplatten-Winkel (monoGDW): (siehe Abb.1)
- bisegmentaler Grund-Deckplatten-Winkel (biGDW): (siehe Abb.2)
- Skoliosewinkel (biSKW): (siehe Abb.3)

Der monosegmentale Grunddeckenplattenwinkel (monoGDW) wird in der sagittalen Projektion durch eine Gerade durch die Bodenplatte des verletzten Wirbelkörpers und durch die Deckplatte des kranial davon liegenden Wirbelkörpers gebildet. Liegt eine Beteiligung der Grundplatte des lädierten Wirbelkörpers vor, wird der bisegmentale Grunddeckenplattenwinkel (biGDW) verwendet. Dieser wird durch eine Gerade durch die Bodenplatte des kaudal des lädierten Wirbelkörpers und durch die Gerade durch die Deckplatte des

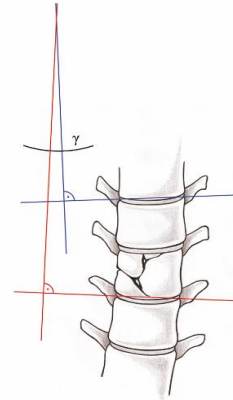
kranial des lädierten Wirbelkörpers gebildet. Zur Beurteilung einer Veränderung in der frontalen Ebene wird der monosegmentale Skoliosewinkel (monsoSKW) verwendet. Dieser Winkel wird durch die Geraden, die durch die Bodenplatte des lädierten Wirbelkörpers und durch die Deckplatte des kranial davon liegenden Wirbelkörpers, gebildet.



**Abb.1: monoGDW**  
(Winkel zwischen Grundplatte des frakturierten Wirbelkörpers und Deckplatte des kranial davon liegenden Wirbelkörpers in seitlicher Projektion)



**Abb.2: biGDW**  
(Winkel zwischen Grundplatte des kaudal und Deckplatte des kranial gelegenen Wirbelkörpers bezogen auf den verletzten Wirbelkörper in seitlicher Projektion)



**Abb.3: biSKW**  
(Winkel zwischen Grundplatte des kaudal des frakturierten Wirbelkörpers und Deckplatte des kranial davon liegenden Wirbelkörpers in ap-Projektion)

#### 2.5.4 Short Form-36 Health Survey

Der SF-36-Fragebogen wurde in der aktuellsten in deutscher Sprache erhältlichen Version verwendet. Dieser Fragebogen wurde ursprünglich im Rahmen der MS-Studie (Medical Outcome Study) entworfen [122]. In dieser Multicenterstudie wurde in mehreren amerikanischen Kliniken der klinische Erfolg chronisch kranker Patienten nach unterschiedlichen Therapien unter anderem bezüglich der Gesundheit und dem subjektiven Wohlbefinden untersucht [115]. Der SF-36-Fragebogen ist ein überarbeiteter und gekürzter Befragungsbogen zur Erhebung der Lebensqualität. Er erfasst mit 36 Items neun Dimensionen der subjektiven Gesundheit und Lebensqualität:

- Körperliche Funktionsfähigkeit (KÖFU)
- Körperliche Rollenfunktion (KÖRO)
- Körperliche Schmerzen (SCHM)
- Allgemeine Gesundheitswahrnehmung (AGES)
- Vitalität (VITA)

- Soziale Funktionsfähigkeit (SOFU)
- Emotionale Rollenfunktion (EMRO)
- Psychisches Wohlbefinden (PSYC)
- Veränderungen Gesundheitszustand (GHZ)

Der SF-36-Fragebogen gilt heute als ein international eingesetzter validierter Fragebogen zur Messung der individuellen Lebensqualität [1, 24, 72, 122] und wurde von Prof. Dr. M.Bullinger der Universität zu Hamburg ins Deutsche übersetzt.

### **2.5.5 Oswestry Disability Index (ODI)**

Der Fragebogen berücksichtigt die Einschränkung und Schmerzintensität der Patienten bei unterschiedlichen Alltagsaktivitäten.

### **2.5.6 Visual Analogue Scale (VAS Scale)**

Mit dem VAS wird das subjektiv empfundene Schmerzempfinden des Probanden evaluiert. Dabei wird die Stärke der Schmerzen einer Note von 1 bis 10 zugeteilt.

### **2.5.7 Spinal Cord Independence Measure-Score (SCIM-score)**

Bei Patienten mit Rückenmarksverletzung wurde der SCIM-Score Version III, 2002 erhoben.

## **2.6 Datenauswertung**

Die statistische Analyse erfolgte mit JMP (Version 11.1.1, SAS Institute) für Windows. Statistische Tests wurden verwendet, um die klinischen, anamnestischen und radiologischen Zusammenhänge zu untersuchen. Für die Korrelationsanalysen wurden standardisierte Tests (Pearson's Test, Wilcoxon/Kruskal-Wallis-Tests, 2-Stichproben-Test und dem Chi-Quadrat-Test) verwendet. Ein p von 0.05 und weniger wurde als Signifikant gewertet.



### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Patientendaten

In einer internen Datenbankanalyse wurden 71 Patienten identifiziert, die die Einschlusskriterien erfüllten. Von den 71 Patienten konnten 38 (53,5%) im Rahmen dieser Studie untersucht werden.

Zwei Patienten verstarben innerhalb des Nachuntersuchungszeitraumes. Acht Patienten wurden aufgrund der Ausschlusskriterien ausgeschlossen. Zehn Patienten lehnten die Nachuntersuchungen ab. 13 waren unbekannt verzogen. Das Durchschnittsalter unseres Kollektivs betrug zum Zeitpunkt der Operation 43,9 Jahre (SD=16,5). Der jüngste Patient war 17 Jahre, der älteste 75 Jahre alt. Das Kollektiv besteht aus 32 Männern (84,2%) und 6 Frauen (15,8%) (Abbildung 4). Die Subgruppe „RM-Verletzte“ (Rückenmarksverletzte) verteilt sich auf beide Geschlechter nahezu identisch. Bei den Frauen hatten 50% und bei den Männern 52,1% eine Querschnittlähmung.

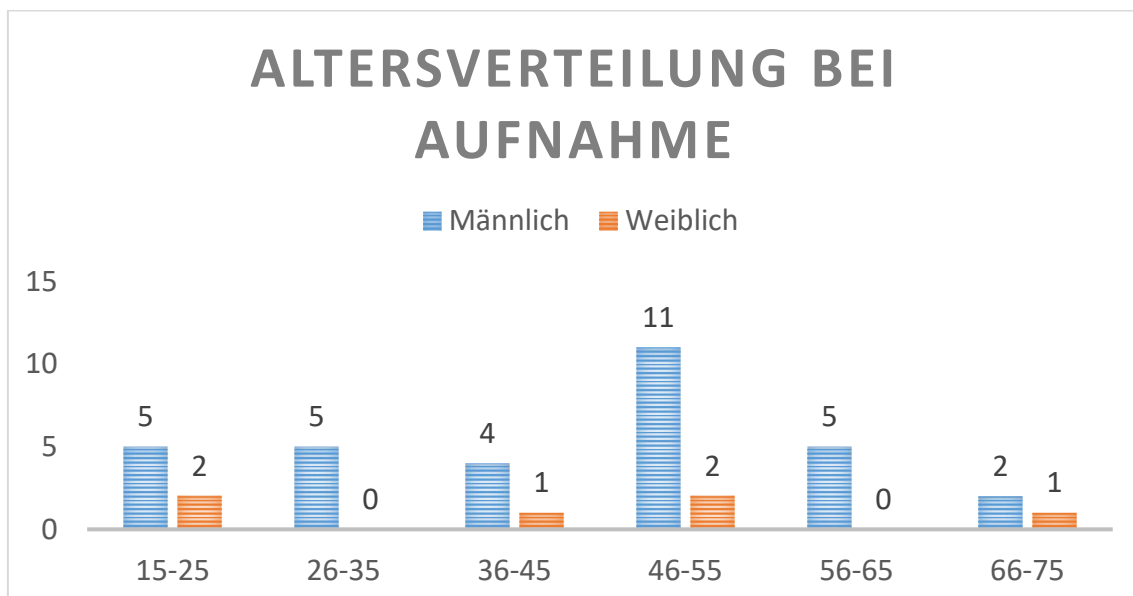


Abbildung 4: Verteilung des Alters der Patienten zum Zeitpunkt des Unfalls

### 3.2 Daten bei Aufnahme

#### 3.2.1 Versorgungszeitpunkt der Wirbelsäulenverletzungen

Der durchschnittliche zeitliche Abstand zwischen Unfallgeschehen und operativer Versorgung betrug 4,13 Tage, das Minimum am Unfalltag (0 Tage) und das Maximum 43 Tage nach dem Unfall (Tabelle 1).

Für die zeitliche Verzögerung zwischen Aufnahme der Patienten und operativer Versorgung der Wirbelsäulenverletzung waren in zwei Fällen die Erstversorgung im Ausland, die anschließende Verlegung und Begleitverletzungen verantwortlich.

|                               | Gültige Fälle | Mittelwert | Minimum | Maximum | Standardabw. |
|-------------------------------|---------------|------------|---------|---------|--------------|
| Differenz Unfall/OP<br>[Tage] | 38            | 4,13       | 0       | 43      | 8,80         |

Tabelle 1: Zeitliche Differenz zwischen Unfalltag und Operation in Tagen

#### 3.2.2 Unfallursachen und direkte Folgen

Alle Patienten erfuhren eine operative Versorgung ihrer traumatisch bedingten Verletzungen. Dabei wurde das Patientenkollektiv in Motorradunfälle, Stürze aus großer Höhe, Unfälle am Steuer eines PKWs, Fahrradunfälle und Aufprälle eines Gegenstandes und banale Stürze aufgeteilt (Tabelle 2). Der initiale ISS (Injury Severity Score) aller Patienten betrug hierbei durchschnittlich 44,2 Punkte. Bei den Verunfallten auf dem Fahrrad hat man den größten ISS berechnen können, gefolgt von den Kfz-Verunfallten und den Verunfallten, die von einem Gegenstand getroffen wurden (Abbildung 5).

Bei der Unterteilung der Begleitverletzungen (n=141) auf die jeweiligen Organsysteme traten mit 34,04% am Häufigsten thorakale Verletzungen (Pneumo-/Hämatothorax, Rippenserienfrakturen, Lungenkontusionen) auf. Muskuloskelettale Verletzungen (Frakturen jeglicher Art) mit 26,95%, Verletzungen des Kopfes (Parenchymverletzungen, intrakranielle Blutungen) mit 17,73%, Verletzungen des Gesichts (Mittelgesichtsfrakturen, Nasenbeinfrakturen) mit 16,31% und Verletzungen des Abdomens

(Milzrupturen, Leberkontusionen) mit lediglich 4,96%.

In der Verteilung der Begleitverletzungen nach Unfallmechanismus wurde bei den Fahrradfahrern der größte Wert beobachtet. Im Schnitt erlitt diese Gruppe 9,25 Begleitverletzungen, wohingegen die Gruppe der Verunfallten, die von einem Gegenstand getroffen wurden und die Kfz-Führer weniger Begleitverletzungen davotrugen (Abbildung 5).

| Unfallmechanismus       | Anteil [%] | ISS (MW+SD) [n] | Begleitverletzungen (MW+SD) [n] | Dauer Aufenthalt (MW+SD) [Wochen] |
|-------------------------|------------|-----------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Gesamtkollektiv         | 100        | 44,2 (16,9)     | 6,39 (4,26)                     | 15,19 (11,60)                     |
| Motorradunfall          | 34,2       | 43,85 (14,93)   | 6,08 (2,56)                     | 15,38 (11,70)                     |
| Sturz aus großer Höhe   | 21,1       | 37,88 (17,15)   | 5 (3,85)                        | 21,39 (12,33)                     |
| PKW-Unfall              | 15,8       | 50,83 (19,01)   | 7,33 (6,38)                     | 13,36 (8,69)                      |
| Fahrradunfall           | 10,5       | 52,25 (26,27)   | 9,25 (5,12)                     | 8,5 (5,87)                        |
| Aufprall mit Gegenstand | 10,5       | 47,75 (15,88)   | 8 (6,06)                        | 19,86 (16,64)                     |
| Banaler Sturz           | 7,9        | 34,33 (6,31)    | 3,67 (2,08)                     | 4,43 (1,82)                       |

Tabelle 2: Unfallmechanismen und Folgen im Überblick

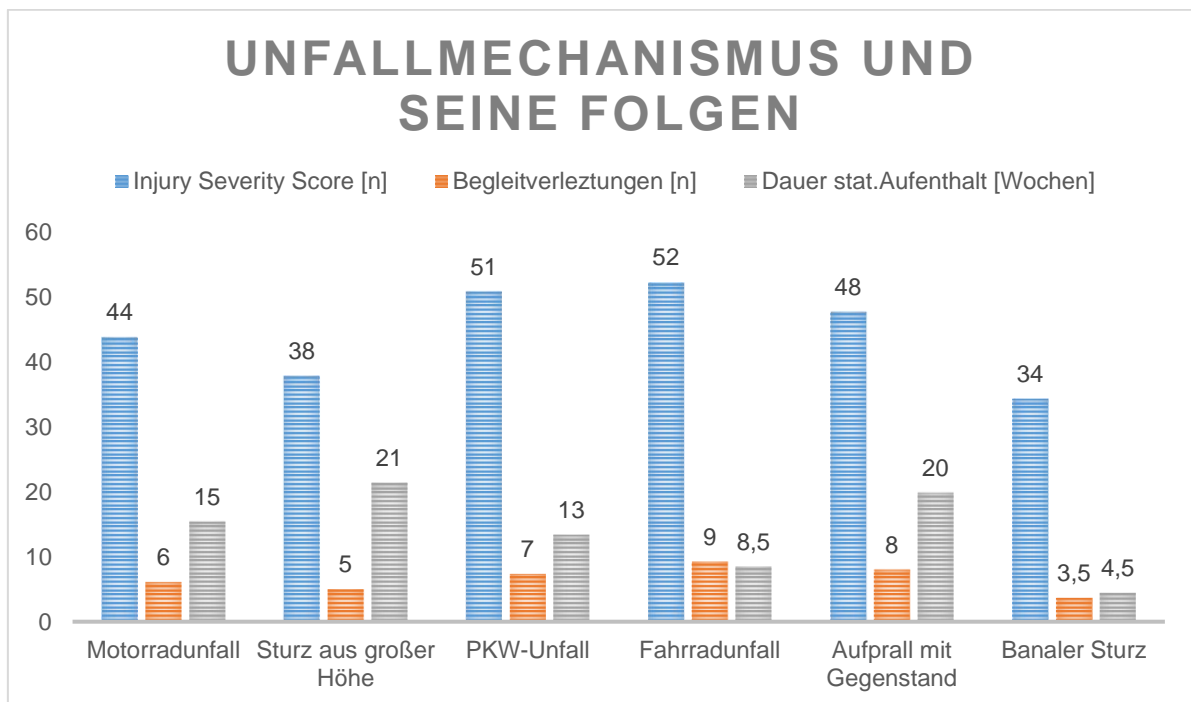


Abbildung 5: Unfallmechanismus, Injury Severity Score und Begleitverletzungen im Überblick

### 3.3 Daten zur Operation

#### 3.3.1 Art der Behandlung

Alle Patienten unseres Kollektivs wurden isoliert dorsal mittels Fixateur interne behandelt. 36 Patienten (94,74%) wurden offen operiert und 2 minimal-invasiv (5,26%). Hierbei wurden im Mittel 2,87 Segmente (SD=1,01) instrumentiert. Bei 10 Patienten erfolgte eine Spondylodese, wobei diese mittels autologen Beckenkammspäne (n=5), allogenen Material (n=1) oder einer Kombination aus autologem und allogenen Material (n=4) durchgeführt wurde (Abbildung 6). In 18 Fällen (47,37%) wurde eine Laminektomie zur Dekompression des Spinalkanals durchgeführt.

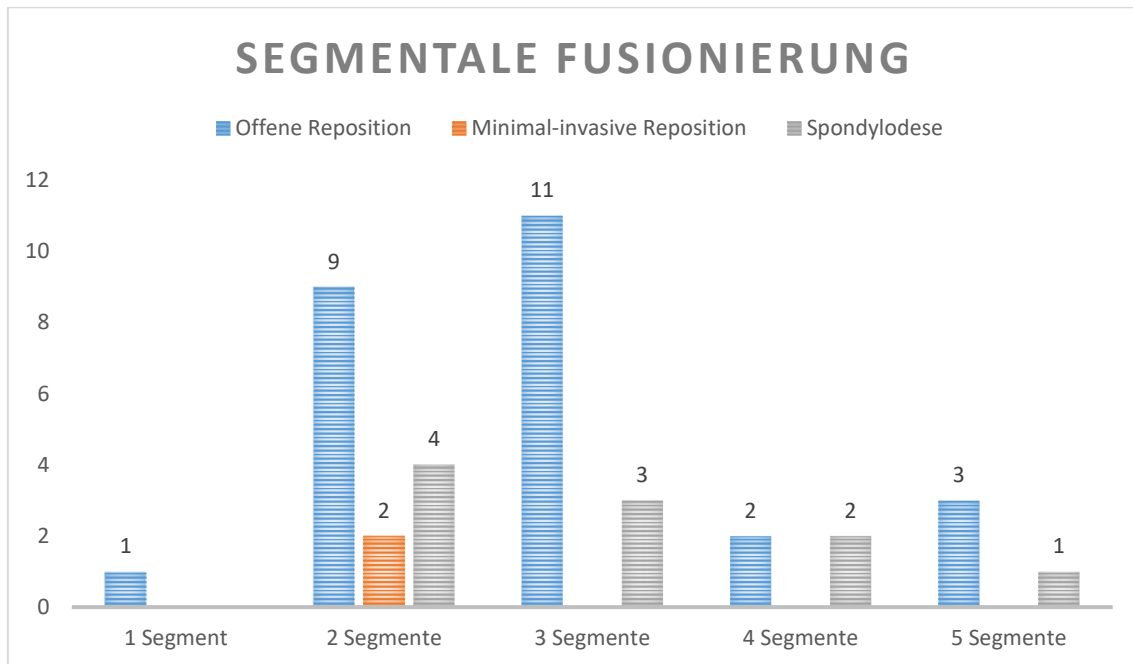


Abbildung 6: Anzahl instrumentierter Segmente und Knochenersatzverfahren im Überblick

#### 3.3.2 Dauer der Operation

In 17 Fällen konnte die Operationszeit ermittelt werden. Sie betrug im Mittel 2h 39min mit einem Minimum von 1h 35min und einem Maximum von 4h 43min. Bei dem Vergleich der beiden Subgruppen (RM- und Nicht-RM-Verletzte) war

kein signifikanter Unterschied zu beobachten ( $p=0,7347$ )

### **3.3.3 Stationärer Aufenthalt**

Im Durchschnitt betrug die Dauer des stationären Aufenthaltes für Nicht-RM-Geschädigte 30,89 Tage (SD=19,52). Zwei Patienten konnte bereits nach 8 Tagen (Minimum) entlassen werden. Angesichts der massiven Begleitverletzungen, Komorbiditäten und Rehabilitationsmaßnahmen befanden sich RM-Geschädigte im Mittel 174,25 Tage (SD=47,40) im Rahmen der akuten multimodalen Querschnittsbehandlung in stationärer Betreuung.

## **3.4 Ergebnisse der Nachuntersuchung**

### **3.4.1 Nachuntersuchungszeitraum**

Der Abstand zwischen der Operation und der Nachuntersuchung betrug im Schnitt 6,97 Jahre (SD=2,63) mit einem Minimum von 4 Jahren und einem Maximum von 13 Jahren.

In 17 Fällen (44,74%) erfolgte vor der Nachuntersuchung bereits eine Metallentfernung. Die durchschnittliche Dauer von der Operation bis zur Metallentfernung betrug 18,82 Monate (SD=16,46). Als Gründe lagen für die Metallentfernung in 47,06% der Fälle ( $n=8$ ) eine vollständige knöcherne Konsolidierung der Fraktur, in 29,41% der Fälle ( $n=5$ ) ein Schraubenbruch und in 23,53% der Fälle ( $n=4$ ) persistierende Schmerzen vor.

### **3.4.2 Anamnestische Nachuntersuchung**

Die berufliche Reintegration glückte 23 von 38 Patienten (60,53%). Diese konnten mit leichten Abstrichen ihr gewohntes Arbeitsverhältnis wieder aufnehmen. 4 Patienten (10,53%) mussten einen beruflichen Wechsel vornehmen und 11 Patienten (28,95%) wurden arbeitsunfähig. Die Diagnose Arbeitsunfähigkeit wurde im Mittel nach 20,74 Wochen gestellt. Es bestand kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Subgruppen: RM-verletzte (20,74 Wochen) und Nicht-RM-verletzte Patienten (17,2 Wochen).

Trotz bestehender Querschnittslähmung konnten 9 von 20 RM-Patienten ihre ursprüngliche Tätigkeit wieder aufnehmen. 3 RM-Patienten mussten ihre Tätigkeit wechseln und 8 RM-Patienten wurden als arbeitsunfähig erfasst. Hingegen konnten 14 Nicht-RM-Patienten sich wieder erfolgreich reintegrieren, lediglich ein Patient musste seine Tätigkeit wechseln und 3 wurden arbeitsunfähig (Abbildung 7).

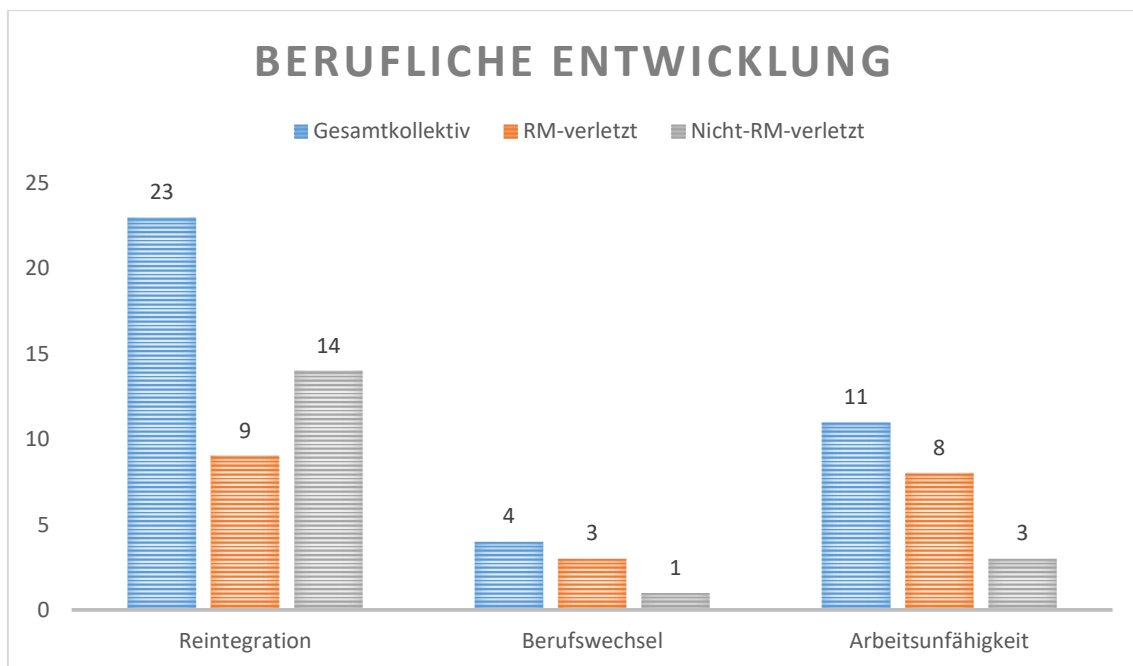


Abbildung 7: Entwicklung des beruflichen Werdeganges nach Operation aufgeteilt nach Gruppen

### 3.4.3 Klinische Nachuntersuchung

Bedingt durch die körperlichen Limitationen der RM-verletzten Patienten wurde der Finger-Boden-Abstand (FBA) im Sitzen durchgeführt. Gemessen wurde dabei der Abstand von den Fingerkuppen zu den Zehenendgliedern. Insgesamt wurden 33 der 38 Patienten untersucht. Der mittlere Abstand betrug hierbei 6,48cm. Hierbei wurde ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Subgruppen beobachtet: im Mittel fehlten den RM-verletzten Patienten 1,25cm zu ihren Zehenendgliedern, wohingegen die Nicht-RM-verletzten Patienten auf 11,4cm kommen. Nur 31,2% (n=5) der Nicht-RM-Verletzten erreichten im

Stehen ihre Zehenendglieder. Im Vergleich erreichten 88,2% (n=15) der RM-Verletzten im Sitzen ihre Zehenendglieder (Abbildung 8, Tabelle 3).

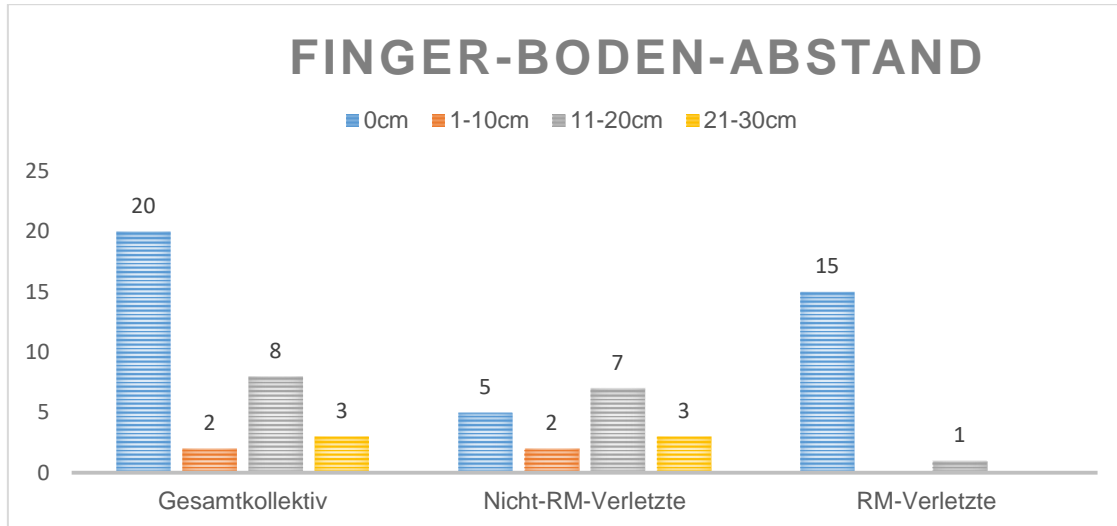


Abbildung 8: Verteilung des Finger-Boden-Abstands (in cm) bei der Nachuntersuchung in Relation zum Gesamtkollektiv (n=33)

|                    | Gültige Fälle | Mittelwert | Minimum | Maximum | Standardabw. |
|--------------------|---------------|------------|---------|---------|--------------|
| Gesamtkollektiv    | 33            | 6,48       | 0       | 30      | 9,22         |
| Nicht-RM-Patienten | 16            | 11,41      | 0       | 30      | 9,66         |
| RM-Patienten       | 17            | 1,25       | 0       | 20      | 5            |

Tabelle 3: Messwerte des Finger-Boden-Abstands (in cm) im Überblick

Der Liegen-Jugulum-Abstand beschreibt das Ausmaß der Wirbelsäulen-Extension. Im Mittel betrug er in unserem Kollektiv 6,49cm (SD=6,02) mit einem Minimum bei 0cm (8 der Patienten) und einem Maximum bei 22cm.

Unterteilt man das Gesamtkollektiv (n=35) in RM-Verletzte (n=17) und Nicht-RM-Verletzte (n=18) auf, ergibt sich folgende Beobachtungen: 6 RM-verletzte-Patienten (35,30%) und 2 Nicht-RM-verletzte Patienten (11,11%) konnten ihr Kinn nicht über die Horizontale anheben (0cm beim Liegen-Jugulum-Abstand) (Tabelle 4). Ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Subgruppen wurde anhand eines Chi-Quadrat-Tests bestätigt (p=0,0064).

|                   | Gültige Fälle | Mittelwert | Minimum | Maximum | Standardabw. |
|-------------------|---------------|------------|---------|---------|--------------|
| Gesamtkollektiv   | 35            | 6,49       | 0       | 22      | 6,02         |
| Q-Patienten       | 17            | 3,74       | 0       | 19      | 4,74         |
| Nicht-Q-Patienten | 18            | 9,08       | 0       | 22      | 6,04         |

Tabelle 4: Messwerte des Liegen-Jugulum-Abstands (in cm) im Überblick

Auf funktioneller Ebene wurde ebenso ein signifikanter Unterschied zwischen den Subgruppen beobachtet. Bei der Seitneigung rechts/links ( $p=0,0440$  und  $0,0339$ ) und beim Drehen im Sitzen nach rechts/links ( $p=0,0172$  und  $0,0200$ ), jedoch beim Ott- und Schober-Test nicht ( $p=0,9459$  und  $0,0586$ ).

#### 3.4.4 Rückenfunktion (ODI-Score)

Durch den Oswestry Disability Index-Fragebogen (siehe Anhang) wurde die Rückenfunktion des Gesamtkollektivs ( $n=38$ ) erfasst. Im Mittel betrug der ODI-Score 13,82 Punkte. Die Gruppe der Rückenmarksgeschädigten (18,15 Punkte) erzielte im Mittel signifikant höhere Punktzahlen im Vergleich zu den Nicht-RM-Verletzten (9 Punkte (Tabelle 5)). Frauen ( $n=6$ ) erreichten im Mittel 16,5 Punkte und Männer unseres Kollektivs ( $n=32$ ) 13,31 Punkte.

Ein RM-verletzter Patient mit der Minimalpunktzahl dieser Gruppe von nur einem Punkt ist jung, athletisch und außerordentlich begeisterungsfähig für alle gängigen Therapieoptionen.

|                   | Gültige Fälle | Mittelwert | Minimum | Maximum | Standardabw. |
|-------------------|---------------|------------|---------|---------|--------------|
| Gesamtkollektiv   | 38            | 13,82      | 0       | 35      | 10,36        |
| Q-Patienten       | 20            | 18,15      | 1       | 31      | 8,93         |
| Nicht-Q-Patienten | 18            | 9          | 0       | 35      | 9,89         |

Tabelle 5: Messwerte des ODI-Fragebogens (in Punkten) im Überblick

25 Patienten (65,79%) unseres Gesamtkollektivs ( $n=38$ ) gehören der ersten Gruppe an, 9 Patienten (23,68%) der zweiten und 4 Patienten (10,53%) der dritten (Abbildung 9).



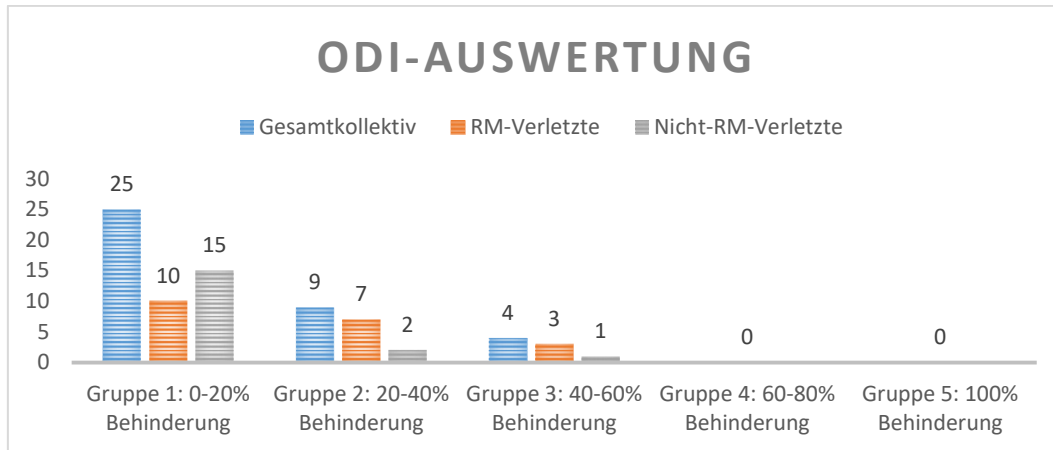


Abbildung 9: Verteilung der ODI-Ergebnisse nach Gruppen und Häufigkeit (n)

### 3.4.5 Spinal Cord Independence Measure (SCIM-Score)

Das Gesamtkollektiv (n=20) der RM-verletzten Patienten erreichte im Mittel 66,85 Punkte (Tabelle 6).

|                             | Punkteskala | Mittelwert | Min. | Max. | Standardabw. |
|-----------------------------|-------------|------------|------|------|--------------|
| Gesamtpunktzahl             | 0-100       | 66,85      | 43   | 78   | 10,61        |
| Selbstversorgung            | 0-20        | 15,35      | 6    | 18   | 3,44         |
| - Nahrungsaufnahme          | 0-3         | 2,95       | 2    | 3    | 0,22         |
| - Waschen Oberkörper        | 0-3         | 2,05       | 1    | 3    | 0,60         |
| - Waschen Unterkörper       | 0-3         | 1,65       | 0    | 2    | 0,59         |
| - Anziehen Oberkörper       | 0-4         | 3,25       | 0    | 4    | 1,21         |
| - Anziehen Unterkörper      | 0-4         | 2,55       | 0    | 4    | 1,39         |
| - Gesichtshygiene           | 0-3         | 2,9        | 2    | 3    | 0,31         |
| Beatmung und Kontinenz      | 0-40        | 35,1       | 27   | 38   | 3,61         |
| - Beatmung                  | 0-10        | 10         | 10   | 10   | 0            |
| - Blaseninkontinenz         | 0-15        | 12         | 9    | 13   | 1,38         |
| - Stuhlinkontinenz          | 0-10        | 8,8        | 8    | 10   | 2,23         |
| - Toilettenbenutzung        | 0-5         | 4,3        | 0    | 5    | 1,26         |
| Mobilität                   | 0-40        | 17,4       | 4    | 22   | 3,65         |
| - Mobilität im Bett         | 0-6         | 5,05       | 0    | 6    | 1,50         |
| - Transfer: Bett-Rollstuhl  | 0-2         | 1,9        | 0    | 2    | 0,45         |
| - Transfer: Rollstuhl-WC    | 0-2         | 1,8        | 0    | 2    | 0,62         |
| - Mobilität innerhalb       | 0-8         | 1,95       | 1    | 2    | 0,22         |
| - Mobilität für <100m       | 0-8         | 1,95       | 1    | 2    | 0,22         |
| - Mobilität außerhalb       | 0-8         | 1,95       | 1    | 2    | 0,22         |
| - Stufenmanagement          | 0-3         | 0,65       | 0    | 3    | 0,81         |
| - Transfer: Rollstuhl-Auto  | 0-2         | 1,95       | 1    | 2    | 0,22         |
| - Transfer: Boden-Rollstuhl | 0-1         | 0,2        | 0    | 1    | 0,41         |

Tabelle 6: Items des SCIM-Fragebogens im Überblick

### 3.4.6 Short Form-36 (SF-36)

Ein signifikanter Unterschied wurde zwischen den beiden Subgruppen nur bei den Items KÖFU (Körperfunktion), KÖRO (körperliche Rollenfunktion), VITA (Vitalität), EMRO (emotionale Rollenfunktion) und PSYC (psychisches Wohlbefinden) beobachtet. In allen anderen Parameter unterschieden sie sich nicht signifikant (Abbildung 10).

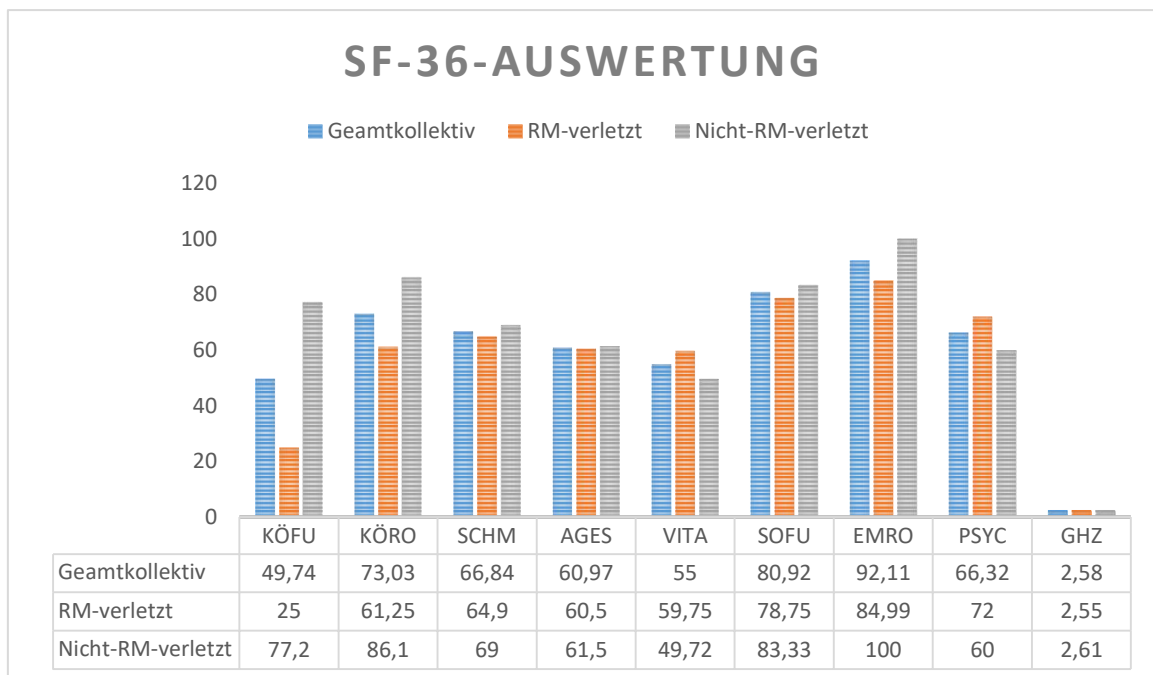


Abbildung 10 (mit integrierter Tabelle): Vergleich der SF-36-Ergebnisse zwischen RM-verletzten und Nicht-RM-verletzten Patienten

### 3.4.7 Radiologische Parameter der Nachuntersuchung

Die direkt post-operativen Mittelwerte von monoGDW (12,07°), biGDW (16,88°), und biSKW (0,76°) der Patienten (n=32) wiesen hinsichtlich des monoGDWs und des BiGDWs einen signifikanten Unterschied zwischen unseren beiden Subgruppen auf (Tabelle 7 und Abbildung 11).

Aus der aktuellsten Bildgebung (im Schnitt 27,5 Monate nach der Operation) konnte im Mittel ein monoGDW von 14,84°, ein biGDW von 21,21° und ein biSKW von 2,10° bei den Patienten (n=35) gemessen werden. Wiederum

besteht ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Subgruppen (Tabelle 8 und Abbildung 11).

| Post-OP Bildgebung | Mittelwert | Min. | Max.   | Standardabweichung |
|--------------------|------------|------|--------|--------------------|
| monoGDW            | 12,07°     | 1,5° | 25,8°  | 5,39°              |
| biGDW              | 16,88°     | 4,3° | 33,95° | 5,93°              |
| biSKW              | 0,76°      | 0,1° | 2,3°   | 0,361°             |

Tabelle 7: Post-operative Röntgen-Messwerte: monoGDW, biGDW und biSKW aller Patienten

| Aktuellste Bildgebung | Mittelwert | Min.  | Max.   | Standardabweichung |
|-----------------------|------------|-------|--------|--------------------|
| monoGDW               | 14,84°     | 2,1°  | 28,35° | 6,85°              |
| biGDW                 | 21,21°     | 7,3°  | 36,35° | 8,63°              |
| biSKW                 | 2,10°      | 0,35° | 5,5°   | 1,37°              |

Tabelle 8: Aktuellste Röntgen-Messwerte: monoGDW, biGDW und biSKW aller Patienten

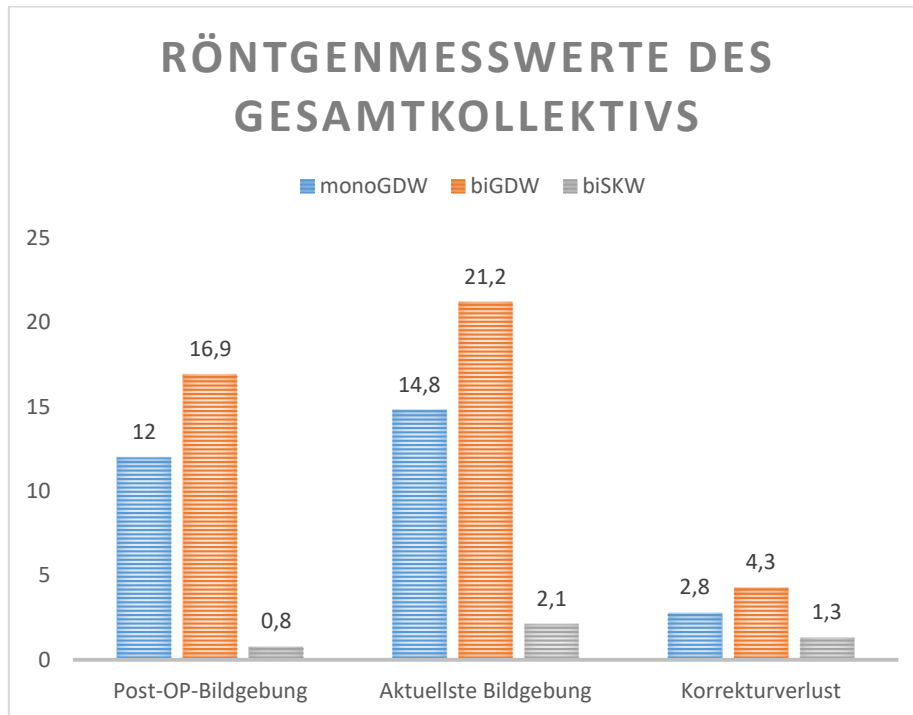


Abbildung 11: Vergleich der direkt post-OP- und der aktuellsten Bildgebung und dem daraus resultierenden röntgenologischen Korrekturverlust

Bei der Unterteilung des Gesamtkollektivs in 2 Gruppen, die entweder von dem einliegenden Implantat befreit wurden (n=17) oder jenes noch in-situ haben

(n=21), erkennt man bei allen 3 röntgenologischen Parametern keinen signifikanten Unterschied (Abbildung 12).

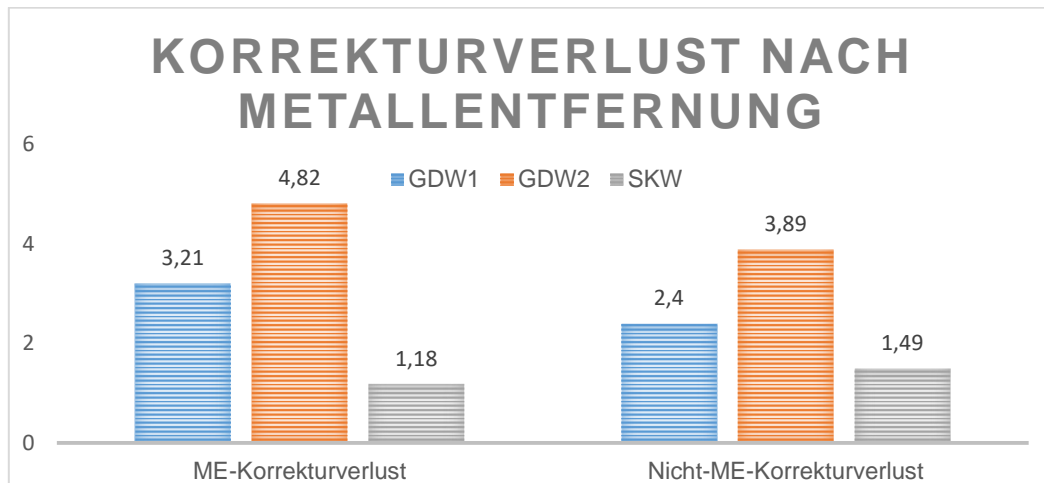


Abbildung 12: Röntgenologischer Vergleich (in Grad) der Kollektive „Metallentfernung“ und „Nicht-Metallentfernung“ in Bezug auf einen Korrekturverlust von OP bis Nachuntersuchung

Bei der Analyse der Subgruppen „RM-Verletzte“ und „Nicht-RM-Verletzte“ hinsichtlich eines Korrekturverlustes, wurden signifikante Unterschiede bei dem monoGDW und biGDW festgestellt (Abbildung 13).

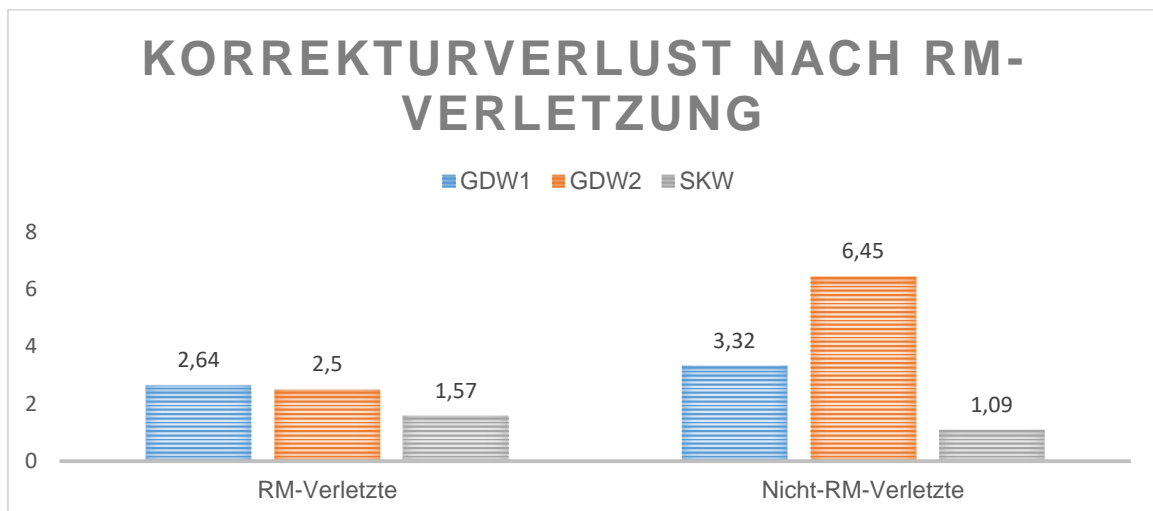


Abbildung 13: Röntgenologischer Vergleich (in Grad) der Kollektive „Rückenmarksverletzte“ und „Nicht-Rückenmarksverletzte“ in Bezug auf einen Korrekturverlust von OP bis Nachuntersuchung

#### 4 Diskussion

Das Ziel der Behandlung thorakaler Frakturen ist die anatomische und physiologische Wiederherstellung der Wirbelsäulenform, um eine beschwerdefreie Wirbelsäulenbeweglichkeit zu gewährleisten. Bis dato wird immer noch kontrovers diskutiert, ob ein rein dorsales oder ein kombiniert dorsoventrales operatives Vorgehen das spätere Outcome der Patienten positiv beeinflusst. In der vorliegenden Arbeit wurden 38 Patienten unter Berücksichtigung der Ein- und Ausschlusskriterien nach dorsaler Versorgung nachuntersucht. Das Ausmaß der Einschränkungen auf funktioneller und psychosozialer Ebene wurde anhand von validierten Fragebögen, röntgenologischer Auswertung und/oder Untersuchungstechniken im Mittel nach 7 Jahren im Rahmen einer standardisierten Nachuntersuchung evaluiert (siehe Anhang).

Nach Schmidt et al. [105] treten Wirbelkörperfrakturen in Deutschland mit einer Inzidenz von rund 10.000 Fälle pro Jahr auf, in der USA liegt diese bei 50.000, nach Müller et al. sogar rund 150.000 [84] und steigt weiterhin an [73]. Die steigende Inzidenz und die Vielschichtigkeit der Verletzungsmuster stellen die behandelnden Ärzte vor eine große Herausforderung. Hierbei müssen die Fragen nach dem optimalen Behandlungskonzept einschließlich der Frage nach dem Zugang des operativen Vorgehens im Hinblick auf die subjektiven und klinischen Langzeitergebnisse beantwortet werden.

Trotz aller Bemühungen und stetiger Weiterentwicklung auf dem Gebiet der operativen Verfahren zur Rekonstruktion und Stabilisierung der Wirbelsäulenfrakturen besteht weiterhin kein Konsens über das optimale Therapiekonzept von Läsionen im Bereich der oberen thorakalen Wirbelsäule. In der Regel besteht bei instabilen Frakturen der oberen Brustwirbelsäule zunächst die Indikation zur dorsalen Stabilisierung [10, 53, 107]. Diese ist jedoch mit dem Risiko eines Korrekturverlustes belastet [10, 57, 65, 67, 94] ohne dass geklärt wäre, ob dieser langfristig klinisch relevant ist. Daher ist die Indikation zur primären dorsalen oder sekundären ventralen Spondylodese nach wie vor umstritten.

In der Literatur finden sich zu Langzeitverläufen bei Frakturen der

Brustwirbelsäule oberhalb Th7 nur wenige Daten. Es handelt sich meist um kleine Fallserien oder Kasuistiken mit nur kurzer Nachuntersuchungsdauer [88, 92, 107, 128].

Die vorliegende Studie soll zeigen, ob radiologisch ein Korrekturverlust nach versorgter Fraktur im Verlauf vorliegt und inwieweit dieser mit dem funktionellen und subjektiven Outcome unseres Patientenkollektivs nach isoliert dorsaler Instrumentierung korreliert.

#### **4.2 Patientenkollektiv**

Das Durchschnittsalter des Patientenkollektivs (n=38) betrug zum Zeitpunkt der Operation 43,9 Jahre. Im Mittel nahmen diese 7,2 Jahre nach der Operation unsere Nachuntersuchung wahr. Unser Kollektiv zeigte zudem einen deutlich höheren Anteil männlicher Patienten (84,21%), wohingegen Angaben der Literatur zwischen 60-70% liegen [51, 90, 93, 120].

Mit dem Durchschnittsalter von 43,9 Jahren liegen wir im Rahmen der bisher beobachteten Kollektive. Erste Studien aus den 90er Jahren zur Untersuchung dorsaler operativer Verfahren gaben Durchschnittsalter von 24 Jahren [92] und 29-34,3 Jahre [26, 51, 60, 75, 99] an, aktuellere Daten liegen dagegen im Bereich von 41 Jahren [63, 95]. Das steigende Durchschnittsalter in den vorliegenden Studien ist der demographischen Entwicklung geschuldet.

Im Schnitt betrug der Zeitraum zwischen dem interventionellen operativen Eingriff und der Nachuntersuchung im Rahmen unserer Studie 7,2 Jahre (4,1 bis 13,3 Jahren). Andere Studien bewegen sich diesbezüglich in einem Bereich von 1,25 bis 3,75 Jahren [28, 94]. Im Gegensatz dazu weicht unser Patientenkollektiv im zeitlichen Ausmaß des stationären Aufenthaltes von den Literaturangaben ab, die sich zwischen 16 und 25 Tage befinden [90, 92, 94]. Die Gruppe der Nicht-Rückenmarks-geschädigten-Patienten erreichte im Mittelwert 30,9 Tage und somit annähernd die Literaturangaben, wohingegen die RM-verletzten Patienten mit einer durchschnittlichen Aufenthaltsdauer von 174 Tagen deutlich höher liegen. Dieser Größenunterschied ist auf die akut multimodale Querschnittsbehandlung und die Ausheilung relevanter

Begleitverletzungen in stationärer Betreuung zurückzuführen.

### **4.3 Wirbelsäulenverletzungen**

Da es sich bei den oberen thorakalen Wirbelsäulenverletzungen um eher seltene Läsionen handelt, weist die Literatur oft nur Auswertungen über kleinere, sehr inhomogene Patientenkollektive auf. In dieser Studie wurden nur Unfallverletzte mit der typischen Verteilung von Alter, Geschlecht und Frakturmorphologie erfasst, womit unser Kollektiv hinsichtlich der Art der Wirbelsäulenläsion homogen ist und sich deutlich von Kollektiven mit degenerativen oder osteoporotischen Wirbelsäulenläsionen unterscheidet.

Als Unfallmechanismus ist in vielen Studien der Sturz aus großer Höhe mit 28% bis 64,5% führend [51, 60, 75, 93] als zweithäufigste Ursache werden Verkehrsunfälle angeführt. In dieser Studie findet man jedoch umgekehrte Verhältnisse. Verkehrsunfälle, trotz Aufteilung in Motorrad-, PKW- und Fahrradunfälle, stehen an erster Stelle (Motorradunfälle 34,2%). Ein Sturz aus großer Höhe findet sich in unserem Kollektiv unterrepräsentiert vor – lediglich 21%.

Die Verletzungsschwere wurde in der vorliegenden Arbeit durch den ISS ermittelt. Im Schnitt betrug der ISS unseres Kollektivs 44,2 Punkte – vergleichsweise viel zu den Ergebnissen aus der Literatur zwischen 14,6 und 24 Punkten [93, 128]. Der hohe ISS in unserem Kollektiv ist wesentlich durch die Stellung der BG Unfallklinik als Traumazentrum mit angeschlossener Querschnittsabteilung zu erklären. Hierdurch ergibt sich eine hohe Zahl an Zuverlegungen polytraumatisierter Patienten.

### **4.5 Versorgungsmethoden in der Gegenüberstellung**

#### **4.5.1 Konservative Therapie**

Heute finden konservative Therapieansätze nur noch bei stabilen Frakturen ohne größere Fehlstellung [96] und keinem neurologischen Defizit [43] statt. Der wesentliche Vorteil der konservativen gegenüber allen operativen

Verfahren ist die Reduktion der Morbidität [109, 126], die mit einem operativen Eingriff einhergehen kann. Allerdings wird bei konservativen Therapieansätzen eine deutliche Zunahme der kyphotischen Deformierung beobachtet [99], welche jedoch in zahlreichen Studien keinen Zusammenhang mit dem subjektiven und funktionellen Outcome des Patienten hat [10, 21, 86, 94, 109]. Denis et al. [39] beschrieben jedoch in ihrer Arbeit einen hohen Prozentsatz an Komplikationen und ein großes Ausmaß an Arbeitsunfähigkeit innerhalb ihres Kollektivs nach nicht-operativ versorgter Fraktur. Sie verglichen hierbei 52 Patienten, die entweder eine konservative oder operative Therapie nach akuter thorakolumbaler Berstungsfraktur erfahren haben, hinsichtlich neurologischem Outcome, Komplikationsrate, Schmerzen und Arbeitsfähigkeit. Ihr operativ versorgtes Kollektiv wies in allen vier Bereichen bessere Ergebnisse auf. Im Vergleich schnitt unser operativ versorgtes Kollektiv ähnlich ab. Butler et al. [28] hingegen beobachteten mit ihrer Arbeit eine erhöhte generelle Zufriedenheit der Patienten, die nach Indikation nicht-operativ versorgt wurden. Zudem würden durch konservative Vorgehensweisen Kosten gesenkt, das intraoperative Risiko vermieden, die Dauer des stationären Aufenthaltes und die Dauer bis zur Aufnahme des alltäglichen Daseins verkürzt. Die Autoren weisen jedoch darauf hin, dass ihre Arbeit nicht im Sinne eines Vergleichs zwischen konservativ und operativ versorgter Patientenkollektive zu deuten sein soll, da die Frakturen unterschiedliche Charakteristika aufwiesen. Ihre Arbeit fungiert als Gedankenanstoß, ob radiologisch in der „Grauzone“ befindliche Frakturen operiert werden sollen oder nicht.

#### **4.5.2 Dorsale/Ventrale Vorgehensweisen**

In allen Fällen wurden ausschließlich winkelstabile Pedikelschrauben- und Implantatsysteme (sog. Fixateur-interne-Systeme, die auf Dick's [41] Erstentwicklung im Jahre 1987 zurückzuführen sind) verwendet, welche im Vergleich zu Alternativmethoden eine erhöhte Primärstabilität aufweisen [65, 98].



Im Schnitt dauerte die rein dorsale Instrumentierung der BWS-Läsion unseres Kollektivs 159 Minuten. Die OP-Zeit in der Literatur wurde bei Reinhold et al. im Schnitt 179 Minuten, bei Payer et al. mit im Schnitt 211 Minuten angegeben [88]. Die dorsoventrale Stabilisierung dauert im Schnitt 350 Minuten und die isoliert ventrale 214 Minuten [95]. Die Laminektomie bei Spinalkanalstenosen ergab bezogen auf den Durchschnittswert keine signifikante Verlängerung.

Bei allen ventralen Verfahren ist der Zugang zur Wirbelsäule ein nicht zu verachtendes Problem. Er ist technisch aufwendiger, dauert länger, birgt ein erhebliches Potential für schwere intraoperative Komplikationen (v.a. respiratorische Probleme), verlängert die Hospitalisation und kann postoperativ zu signifikanten Schmerzen führen, die sich einerseits chronifizieren können und andererseits nur durch erhöhten Analgetikabedarf oder mit einer Blockade der Interkostalnerven zu kontrollieren sind [5, 11, 23, 34, 87]. Trotz Verbesserung der Operationsmethoden ist die Komplikationsrate im Vergleich zu Daten über das rein dorsale Vorgehen nicht unerheblich. Einzelne Autoren berichten, dass bei ventralem Zugang eine Dekompression des Spinalkanals unter Sicht und eine bessere spinale Clearance zu erreichen ist [22, 103].

Danisa et al. [36] untersuchten alle drei operativen Methoden bei thorakolumbalen Berstungsfrakturen miteinander. Die Autoren schlossen aus ihrer Arbeit, dass das isoliert ventrale und dorsale Vorgehen gleichermaßen effektiv ist, jedoch der dorsoventralen Stabilisierung im Hinblick auf Stabilität und Korrekturverlust unterlegen sind. Eine prospektive Studie von Wood et al. [125] verglich die ventrale und dorsale Stabilisierung von akuten Berstungsfrakturen des thorakolumbalen Übergangs miteinander und zeigte ein gleiches Outcome für beide Versorgungsmethoden. Aktuellere in-vitro Arbeiten wie die von Bence et al. [12] empfehlen - bedingt durch ihre Ergebnisse bezüglich der Stabilität und Rigidität - ein dorsoventrales Vorgehen bei Ruptur des dorsalen Ligamentenkomplexes in Kombination mit einer A-Fraktur. Sie geben aber ein Bedürfnis an weiterer Forschung an, da ihre in-vitro-Studie nicht eins zu eins auf die in-vivo-Verhältnisse übertragbar sei.

Verheyden et al. [119] empfiehlt bei BWS-Läsionen oberhalb BWK10 eher dorsal langstreckige Instrumentierungen, die unabhängig von der Höhenlokalisation mit Querverbinder ergänzt werden sollen, um eine bessere rotatorische Stabilität zu bewirken. Neben der Diskussion einer reinen Stabilisierung und suffizienten Wiederherstellung des Alignments gibt es auch im Bezug auf die Dekompression des Spinalkanals kein einheitliches Vorgehen. Mehrheitlich wird jedoch eine frühzeitige Stabilisierung und Dekompression empfohlen, wobei die Chance auf Rekonvaleszenz neurologischer Ausfälle nicht exakt voraussagbar ist. Daher wird eine individuelle und situative Entscheidung empfohlen.

Allerdings zeigte die Wiederherstellung des ursprünglichen Wirbelsäulenprofils keine Dauerhaftigkeit [10, 65]. Dieser Korrekturverlust wird auf Sinterung der lädierten Wirbelkörper an angrenzenden Bandscheiben v.a. nach Metallentfernung zurückgeführt. Um dem gegenwirken zu können entwickelte Daniaux im Jahre 1986 [35] die Methode der transpedikulären Spongiosaplastik. Diese sollte zu einer verbesserten ventralen Fusion beitragen, was allerdings nicht die erhofften Ergebnisse lieferte [93, 94, 112].

Trotz dieser Beobachtungen und angesichts der wesentlichen Vorteile einer reinen dorsalen Instrumentierung (ebenbürtige Stabilität/Korrektur, geringere OP-Dauer, Hospitalisationsdauer, Komplikationsrate bedingt durch die Zugangsmorbidität und geringeren Blutverlust) gilt das dorsale Vorgehen mittlerweile als standardisiertes und effektives Werkzeug zur primären Versorgung von Wirbelsäulenfrakturen.

#### **4.5.5 Komplikationen**

Schwerwiegende intraoperative Komplikationen wurden in der vorliegenden Arbeit nicht registriert und sind bei dorsalen, minimal-invasiven und auch offenen Vorgehensweisen sehr selten [57, 64, 76]. Innerhalb des einzeitigen operativen Eingriffs wurde bei 5 Patienten mittels autologen Materials (Beckenkammspäne) eine ausreichende Knochenfusion erzielt. Eine Entnahmemorbidität am Beckenkamm wurde nicht beobachtet. Nach Reinhold et al. [3] klagten 17% ihres Kollektivs über Beschwerden an der

Knochenentnahme am Beckenkamm. Trotz der Bedeutung der Morbidität am Beckenkamm nach autologer Knochenentnahme, was zahlreiche Studien belegen konnten [47, 62, 74, 93-95, 101, 110], gab es in unserer Studie diesbezüglich keinen Anhalt. Diesen Sachverhalt konnten wir – angesichts der Beschwerdefreiheit der betroffenen Patienten – nicht näher beschreiben. Eine interessante Untersuchung zu diesem Thema stammt von Delawi et al. [37]: Sie beobachteten signifikant häufiger angegebene Schmerzen im Bereich des Beckenkamms nach Knochenentnahme bei Patienten mit Frakturen im lumbalen, als Patienten mit Frakturen im thorakolumbalen Bereich. Die Autoren zogen aus dieser Studie den Schluss, dass Patienten mit Frakturen im unteren lumbalen Bereich nicht klar zwischen Schmerzen ausgehend von der Fraktur und Schmerzen ausgehend von der Knochenentnahme differenzieren können. Fernyhough et al. [47] beobachteten zudem eine 29%-ige Komplikationsrate bei ihrem Gesamtkollektiv (n=151) nach chirurgischer Intervention. Darunter wurden keine lebensbedrohlichen Komplikationen notiert, aber chronische Schmerzen, Hypästhesien, Dysästhesien und Minderung der lokalen Sensibilität.

Wir beobachteten postoperativ 6 Komplikationen (15,8%) bei 38 operierten Patienten. Hierbei handelte es sich bei 2 Patienten um nicht-revisionspflichtige Schraubenbrüche, bei 2 Patienten um Wundinfektionen und bei weiteren 2 Patienten um Materialversagen mit anschließender sekundärer Dislokation der Fraktur bzw. Herniation der Bandscheibe.

Insgesamt waren somit 10,5% des Patientenkollektivs operativ revisionspflichtig. Die Literaturangaben post-operativer Komplikationen bewegen sich zwischen 10,3 und 14,1% und revisionspflichtiger Komplikationen zwischen 4,7 und 5,3% [95, 97]. Es wurden unter den Komplikationen keine iatrogenen Dura-, Nerven- oder Rückenmarksverletzungen beobachtet.

Nach Knop et al. haben rein dorsale Instrumentierungen jedoch ein erhöhtes Risikopotential für die Entstehung von Pseudarthrosen, Schraubenbrüchen und Cutting-out der Schrauben [67], wobei durch eine additive Verplattung der vorderen Säule eine Entstehung einer Pseudarthrose nicht sicher entgegengewirkt werden kann [105]. Auf dem DWG-Kongress 2008 wurden die

Ursachen einer mangelnden Durchbauung der ventralen Spondylodese diskutiert. Insbesondere wurde hierbei auf die Limitation der minimal-invasiven thorakoskopischen Zugangswege und insuffizientem Débridement der Endplatten und insuffizienter Nutanlage hingewiesen [42]. Desweiteren spräche die hohe Komplikationsrate (21,7% nach Hoffmann et al. und 29,7% nach Reinhold et al.) und die hohe revisionspflichtige Komplikationsrate (19,8% und 20% [57, 97]) des ventralen Vorgehens gegen ein additive ventrale Spondylodese im thorakalen Bereich. Bei den dorsoventral instrumentierten Patienten innerhalb des Kollektivs von Hoffmann et al., waren die überwiegend pulmonalen Komplikationen auf die zusätzliche ventrale Spondylodese, die 6-17 Tage nach der dorsalen Instrumentierung durchgeführt wurde, zurückzuführen. Dennoch wurde dieses Verfahren auch bei Patienten jenseits des 60.Lebensjahres als sinnvolle Behandlungsstrategie gewertet. Reinhold et al. verglichen die operativen Strategien miteinander und konnten mit ihrer Arbeit die Frage, ob eine ventrale Fusion notwendig sei, weder bejahen noch verneinen.

Eine höhergradige Kyphosierung (Korrekturverlust) nach Entfernung des einliegenden Implantats konnte in unserem Kollektiv bei der Nachuntersuchung nicht festgestellt werden. Daraus ist zu schließen, dass innerhalb des Zeitraumes von der Operation bis zur Metallentfernung (durchschnittlich 19 Monate), eine suffiziente knöcherne Konsolidierung stattgefunden hat und es entsprechend nicht zu einem höheren Korrekturverlust gekommen ist.

Im Jahre 2014 untersuchten Changqing et al. [77] die Belastungsfähigkeit der Pedikelschraube. Dabei beobachteten sie den geringsten Von Mises-Stress bei der monosegmentalen Pedikelfixation und den höchsten – unabhängig von Implantationstechnik – in der Flexion der Wirbelsäule. Zudem wird durch die Implantation von zusätzlichen bilateralen Pedikelschrauben einerseits der Von Mises-Stress reduziert und andererseits die Stabilität erhöht. Der Begriff „Von Mises-Stress“ geht auf dessen Schöpfer Richard Edler von Mises (österreichischer Mathematiker) zurück. Anhand dieser Variablen kann für kombinierte Belastungen die Belastungsgrenze bestimmt werde (hier: die Belastungsgrenze der implantierten Pedikelschrauben in allen drei Ebenen).

#### **4.5.6 Metallentfernung**

In 17 Fällen wurde der Fixateur interne wieder entfernt. In 4 dieser Fälle wurde ein Schraubenbruch mit Verlust der Stabilität beschrieben und in lediglich einem Fall klagte der Patient über chronische Schmerzen, die sich rasch nach der Metallentfernung und weiterer Aktivierung besserten. Bezogen auf die radiologische Datenauswertung konnte zwischen den beiden Subgruppen ME und Nicht-ME kein signifikanter Unterschied im Bezug auf den Korrekturverlust bei allen drei Winkeln beobachtet werden.

### **4.6 Radiologische Ergebnisse**

#### **4.6.1 Korrekturgewinn und -verlust**

Frakturen können das physiologische Profil der Wirbelsäule einerseits in der sagittalen, andererseits in der frontalen Ebene erheblich verändern. Anhand dieser Winkel (monoGDW und biGDW), für die die höchste intra- und interobserver Reliabilität [70] nachgewiesen werden konnte, wurde der Verlauf des sagittalen Wirbelsäulenprofils beurteilt und den möglichen Korrekturgewinn bzw. -verlust bestimmt.

Hauptziele der Behandlung von Wirbelsäulenfrakturen ist die Wiederherstellung und dauerhafte Erhaltung einer belastbaren und möglichst physiologischen Wirbelsäulenstruktur ohne zusätzliche Verletzung.

Untersuchungen an gesunden Probanden zeigten große individuelle Unterschiede bezüglich des sagittalen Wirbelsäulenprofils, so dass es nicht sinnvoll erscheint, hier von physiologischen Normwerten zu sprechen [127]. Nach Bernhardt et al. [13] beträgt die physiologische Kyphose im Bereich der Brustwirbelsäule 20° bis 50°, wobei bei einer segmentalen Kyphose über 10°, einer WK-Höhenminderung von über 50% und einer Progression der Kyphosewinkel um 10° zu einem operativen Vorgehen geraten wird [50]. Wie oben dargestellt, ist der Korrekturverlust nach isoliert dorsaler Instrumentierung größer als bei den anderen operativen Verfahren. Dieser beobachtete Korrekturverlust steht jedoch in keiner Korrelation zu den subjektiven und funktionellen Ergebnissen unseres Patientenkollektivs.

Nach Reinhold et al. [3] beträgt der Korrekturgewinn (Differenz zwischen prä- und post-operativer Fehlstellung) nach rein dorsaler Instrumentierung  $5,7^\circ$ , zudem wurde kein Unterschied zwischen den einzelnen Eingriffsoptionen erkannt – alle erreichten eine Korrektur der unfallbedingten Fehlstellung [94]. Nach Verlaan et al. [43], die 132 Literaturen zusammengefasst und ausgewertet haben, ist es jedoch bislang keiner operativen Methode gelungen, das ursprüngliche WS-Profil physiologisch wiederherzustellen und die Korrektur bis zu der Nachuntersuchung aufrechtzuerhalten. Sie verzeichneten bei ihrer Literaturrecherche Unterschiede im mittleren Verlust von  $3,1^\circ$  bis  $8,6^\circ$  in den einzelnen Studien. Die Endwerte zur Nachuntersuchung zeigten dagegen kaum noch Unterschiede (Werte zwischen  $8,7^\circ$  und  $10,8^\circ$  Kyphose). Der Korrekturverlust scheint jedoch bei der dorsoventralen Methode am geringsten zu sein [5], was auf die Biomechanik und den beidseits stabilisierenden Eingriff an der WS zurückzuführen ist. Diese erhöhte Gesamtstabilität gewährleistet eine möglichst vollständige Wiederherstellung des ursprünglichen WS-Profiles. Been et al. [10] beobachtete jedoch innerhalb einer Langzeitstudie (hier: 6 Jahre) mit 46 Patienten, die eine thorakolumbale Berstungsfraktur erlitten haben, keine klinisch-funktionellen Unterschiede der Patientengruppen nach isoliert dorsaler oder dorsoventraler Instrumentierung, sie bestätigten jedoch einen marginal erhöhten Korrekturverlust bei dorsaler Herangehensweise, welcher auf eine initiale Überkorrektion bei dorsaler Instrumentierung zurückzuführen sei. Die Autoren schlossen ihre Arbeit mit der Aussage, dass für die meisten thorakolumbalen Berstungsfrakturen eine rein dorsale Instrumentierung völlig ausreichend sei, eine additive ventrale Stabilisierung sei nur notwendig, wenn eine Indikation für eine Dekompression vorläge.

Pseudarthrosen, Implantatversagen sowie technische Fehler sind die häufigsten Gründen für eine posttraumatische kyphotische Fehlstellung der BWS [2, 40, 79, 116]. Die Arbeit von Resch et al [99], in der 2 homogene Gruppen (operativ/konservativ versorgte thorakolumbale Frakturen) miteinander verglichen wurden, zeigt sich diesbezüglich, dass ein Korrekturverlust in 75% der Fälle auf die destruierten Bandscheiben zurückzuführen ist und nur zu 25% auf die verstärkte Kyphose der Wirbelkörper. Nach Reinhold et al. [94] kommt

es im weiteren Verlauf von wirbelsäulenverletzten Patienten auf Höhe der BWS zu einem Korrekturverlust von 5° beim monoGDW und 19° beim biGDW.

Andere Studien gaben Korrekturverluste von 7° bis 12,5° nach dorsaler Instrumentierung an [30, 50, 65, 99]. Wir hingegen beobachteten einen mittleren Korrekturverlust von 3,4° beim monoGDW und 5° beim biGDW. In der vorliegenden Arbeit handelt es sich um Langzeitergebnisse, so dass weitere Veränderungen als unmittelbare Frakturfolge nicht mehr zu erwarten waren.

Eine Vielzahl an publizierten Arbeiten [22, 28, 63, 65] zeigt, dass das funktionelle und subjektive Outcome nicht unbedingt mit radiologischen Parametern korrelieren. Eine inkomplette Restoration der Kyphose muss entsprechend nicht zwangsläufig als schlechtes Ergebnis erachtet werden [39].

Ebenso konnten Arbeiten aus den 90er Jahren keinen Vorteil der ventralen bzw. kombinierten Rekonstruktion gegenüber dem isoliert dorsalen Verfahren zeigen [10, 36, 46]. Hier konnte zwar unter anderem gezeigt werden, dass der Verlust nach dorsaler Reposition größer als nach kombinierter Stabilisierung war, die Endwerte sich hingegen kaum voneinander unterschieden. Als mögliche Ursache hierfür wurde eine Überkorrektur durch die dorsale Instrumentierung diskutiert. Zudem beobachteten andere Arbeiten [49, 123] einen Zusammenhang zwischen der Kyphosierung und den Rückenschmerzen, was aktuellere Studien – wie auch unsere – nicht bestätigen können [10, 20, 21, 93, 94, 96, 109]. Diese Tatsache stellt die vermeintlich bessere Korrektur der kyphotischen Fehlstellung durch komplikationsvollere kombinierte Verfahren in Frage.

Zusammengefasst kann die isoliert dorsale Instrumentierung mittels Fixateur interne, trotz primär guten Repositionsergebnissen, diese im Verlauf nur teilweise aufrechterhalten (Verlust von 7° und 12,5°). Ob nun der oben genannte Sachverhalt eine höhere perioperative Komplikationsrate, einen erhöhten Blutverlust und längere OP-Zeiten beim kombinierten Vorgehen rechtfertigt, wird weiterhin kontrovers diskutiert.

## 4.7 Scores

Das subjektive Empfinden der Patienten wurde in diesem Zusammenhang bisher nicht untersucht. Funktionelle Ergebnisse wie etwa neurologische Defizite, das Ausmaß an postoperativen Schmerzen und die berufliche Reintegration standen im Vordergrund. Zunehmend wurde jedoch die gesundheitsbezogene Lebensqualität zu einem prägenden Begriff vieler Untersuchungen. Zahlreiche Autoren evaluierten ihren Behandlungserfolg aus einer Patienten-orientierterem Perspektive [1, 24, 45, 54, 129]. Im Jahre 2000 forderte Bombardier [18], dass zur Beurteilung des funktionellen Ergebnisses mehr vonnöten sei. Sie beschrieb dabei fünf Säulen, auf denen die Beurteilung stattfinden soll: die Rückenfunktion, der allgemeine Gesundheitsstatus, Schmerzen, Einschränkungen der Arbeitsfähigkeit und die Zufriedenheit des Patienten. Es gilt nun diese Faktoren statistisch zu erfassen.

Aktuelle Studien verwenden zur Evaluation der geforderten Faktoren standardisierte Fragebögen, wie z.B. den VAS-Wirbelsäulen-Fragebogen [68, 91, 94, 109], den Hannover-Wirbelsäulenscore [65, 99], den SF-36 [20, 21, 126, 129], den ODI-Score [55, 89] und den SCIM-Score [3, 33]. Für unsere Studie wurden der SF-36, ODI und der SCIM-Score von uns erhoben.

### 4.7.1 Oswestry Disability Index

Anhand des Oswestry Disability Index-Fragebogens (siehe Anhang) wurde die Rückenfunktion des Gesamtkollektivs evaluiert. Bei bestehender Paraplegie bei ergaben sich signifikant schlechtere Ergebnisse als in der Gruppe der Nicht-paraplegischen Patienten im Hinblick auf einzelne Subkategorien. Bezogen auf das Gesamtergebnis gehörten jedoch beide Gruppen nach dem Mittel in die gleiche Kategorie der ODI-Auswertung „Minimale Behinderung“. In dieser Kategorie können die meisten Patienten ihre alltäglichen Aktivitäten erledigen. Normalerweise ist keine weitere Behandlung notwendig, außer Hinweise zum Heben von Gegenständen, Haltung beim Sitzen, körperliche Fitness und Diät. In dieser Gruppe klagen die meisten Patienten über Sitzprobleme.

Im Mittel gaben die 6 Frauen unseres Kollektivs bei der Nachuntersuchung schlechtere Werte an – 16,5 Punkte - im Vergleich zu den 32 Männern –



13,31 Punkte. Häkkinen et al. [55] und Pekkanen et al. [89] bestätigen mit ihren Arbeiten diese Ergebnisse. Beide untersuchten prospektiv (einerseits ein 89-köpfiges Patientenkollektiv nach lumbaler Bandscheibenherniation und andererseits ein 934-köpfiges Kollektiv nach spinaler Fusion) auf Unterschiede zwischen dem männlichen und weiblichen Geschlecht. Häkkinen et al. gaben bei den Frauen einen ODI von 21 Punkten und bei den Männern 17 Punkten an. Pekkanen et al. 23 Punkte zu 22 Punkten, wobei sie noch einen Bezug zu der allgemeinen Gesamtpopulation Angaben (15 zu 9 Punkten).

#### **4.7.2 Spinal Cord Independence Measure**

Der SCIM-Fragebogen fungiert als Funktions-Score bei Patienten mit traumatischer und nicht-traumatischer, akuter und chronischer Querschnittslähmung. Das Spektrum der Beurteilung erstreckt sich von Aktivitäten des täglichen Lebens, über die Koordination, dem Essen, der funktionellen Mobilität bis hin zum Inkontinenzgrad. Die Werteskala erstreckt sich so von 0-100 Punkten, wobei 100 Punkte das Maximum, den Bestwert darstellt. Die dritte Version dieses Fragebogens (SCIM III) wurde innerhalb einer Multicenterstudie für valide und reliabel befunden [6, 7, 31, 58]. Als nachteilig wird jedoch von Scivoletto et al. [108] der mangelnde Nachweis der Wirksamkeit einer Behandlungsmethode empfunden. Es besteht nach ihren Beobachtungen kein klinischer Zusammenhang zwischen Effekt der Behandlung und der Behandlung als solches. Dennoch findet der SCIM-Score (III) weltweit Anerkennung [4, 113]. Der Fragebogen befindet sich im Anhang.

In der Regel können sich die RM-verletzten Patienten unseres Kollektivs selbst versorgen (Essen, Gesichtshygiene und begrenzt alle Aktivitäten, die die untere Körperhälfte samt unteren Extremitäten betreffen wie z.B. das Binden der Schnürsenkel oder das Anlegen von Strümpfen). Alle RM-verletzten Patienten (100%) atmen eigenständig. Bei bestehender Blasenlähmung wird von allen ein regelmäßiger Einmalkatheterismus durchgeführt. Beim Stuhlgang gibt es nur selten spontane Stuhlabgänge (<2 pro Monat). Die Lagerung im Bett zur Vermeidung von Druckstellen wird von Patienten bewältigt (entweder ganz eigenständig oder 2-3 Manöver ohne Hilfe). Der Transfer vom Bett in den Rollstuhl und vom Rollstuhl auf den Toilettensitz wird von allen eigenständig

beherrscht. Innerhalb und außerhalb der Wohnsituation können sich alle Patienten nur mit einem Rollstuhl fortbewegen. Nur ein RM- verletzter Patient kann mindestens 3 Stufen hoch- oder runtersteigen ohne dabei Hilfe zu benötigen. Der Transfer vom Rollstuhl in ein reguläres Kraftfahrzeug wird von allen beherrscht, der Transfer vom Boden in den Rollstuhl jedoch nur 4 RM- verletzten Patienten. Im Schnitt erreichte unser Patientenkollektiv zur Nachuntersuchung (7 Jahre) einen SCIM-Wert von 66,8 Punkten.

Ackermann et al. [3] untersuchten in ihrer Studie 114 Patienten mit Spinalkanalverletzungen auf Höhe C1 bis T12. Bei der Nachuntersuchung 1 Jahr post-operativ evaluierten die Autoren einen SCIM-Wert von 50 Punkten, der seit Entlassung der Patienten einen signifikanten Anstieg um 5 Punkte erfahren hat. Diesen Vergleich der SCIM-Werte „Entlassung“ und „Nachuntersuchung“ konnten wir leider nicht anstellen, diese Verbesserung der Alltagstauglichkeit ist wahrscheinlich auf die Bemühungen und Anforderungen der multimodalen Therapie (z.B. Ergo- und Physiotherapie) zurückzuführen.

#### **4.7.3 Short-Form-36**

Betrachtet der ODI-Score lediglich die individuelle Rückenfunktion und der SCIM-Score nur die Alltagstauglichkeit der RM-verletzten Patienten, so gewährt der SF-36-Fragebogen eine umfassende Betrachtung der krankheitsübergreifenden gesundheitsbezogenen Lebensqualität der Individuen ohne dabei Unterschiede zwischen RM- und Nicht-RM-verletzten Patienten zu machen. Dieser Fragebogen wurde aufgrund seiner vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten und seinen geringen Anforderungen an den Patienten ausgewählt. Zudem sind die gewonnenen Daten – trotz vermeintlich inhomogener Patientenkollektive – miteinander vergleich- und evaluierbar [1].

Wie zu erwarten schnitten die RM-verletzten Patienten in motorischen Fähigkeiten (KÖFU) signifikant schlechter ab, als die neurologisch unversehrten Patienten – ebenso in Sachen emotionaler Rollenfunktion (EMRO). Zu statieren gilt jedoch, dass zwischen den Subgruppen alle anderen Items ähnlich ausgeprägt waren. Bei den körperlichen Schmerzen (SCHM) gab die Nicht-RM-verletzte Subgruppe marginal mehr Schmerzen an, welche sich in dem

Fragebogen negativ auf andere Parameter – wie etwa die Vitalität (VITA) und psychisches Wohlbefinden (PSYC) – ausgewirkt haben. Mithilfe eines Gesamtkollektivs von 142 chinesischen Patienten, die bedingt durch eine zervikale Myelopathie unterschiedlicher Genese neurologische Defizite hatten, evaluierten Zhang et al. [129] deren gesundheitsbezogene Lebensqualität nach chirurgischer Versorgung. Die Nachuntersuchungen fanden in den zeitlichen Abständen von 3 Monaten, 1 Jahr und 2 Jahren nach der chirurgischen Intervention statt. Die Autoren ermittelten dabei bei der letzten Nachuntersuchung einerseits eine signifikante Verbesserung der Lebensqualität in 3 Parametern (KÖFU, EMRO und SOFU) im Vergleich zu einer chinesischen Normalpopulation und andererseits eine signifikante Verbesserung gegenüber dem prä-operativen Zustand der Patienten in den folgenden 4 Parametern: KÖFU, ROFU, SOFU und EMRO. Infolgedessen geben Zhang et al. eine eindeutige Empfehlung für chirurgische Eingriffe bei Patienten mit einer zervikalen Myelopathie, da die physiologische Rehabilitation einen starken Einfluss auf die psychische genießt, die wiederum die Lebensqualität deutlich verbessert. Die Autoren sehen jedoch eine Diskrepanz mit Studienpopulationen anderer Nationalitäten, was sie dazu bewegte die Aussagekraft ihrer Studie nur auf chinesische Populationen zu projizieren. Desweiteren verglichen Briem et al. [19] 133 Patienten, die eine thorakolumbale Fraktur erlitten haben miteinander. Dabei wurde ihr Kollektiv in 3 Gruppen unterteilt (konservativ, dorsal und kombiniert therapierte Patienten) und mit einer Kontrollgruppe verglichen. Gab es keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf die Arbeitsunfähigkeit zwischen den drei Gruppen, so fand sich bei der Auswertung des SF-36 jedoch folgendes Bild: In allen Belangen waren die 17 rein dorsal instrumentierten Patienten den anderen Gruppen unterlegen. Vergleicht man nun unsere Daten (inklusive den RM-verletzten Patienten) mit ihren Gruppen der konservativ und kombiniert operierten Patienten, ergaben sich umgekehrte Verhältnisse, was wiederum für ein rein dorsales Vorgehen spräche. Bei neurologisch unversehrten thorakolumbalen Frakturen empfehlen Wood et al. [126] jedoch eine konservative Therapie vor der operativen. Bei ihrem Vergleich dieser Patientengruppen wurden von der operierten Gruppe signifikant

schlechtere Ergebnisse (außer EMRO und PSYC) im SF-36 erzielt. Ein Großteil der operierten Patienten würde heute das konservative Vorgehen bevorzugen.

Nach diversen aktuellen Studien, die sich jedoch nur auf thorakolumbale Frakturen beziehen [20, 21, 69, 75], gibt es keine Beeinträchtigung der Lebensqualität im Bezug auf das radiologische Outcome. Mit der vorliegenden Arbeit konnte dies auch bei rein thorakalen Wirbelsäulenfrakturen bestätigt werden, was wiederum gegen ein additives ventrales Vorgehen spricht.

Vergleicht man nun die Aussagen und Daten anderer Studien [21, 94] über das subjektive Befinden mit den unseren (Zustand nach isoliert dorsaler Instrumentierung), bestätigt sich unsere Annahme: Bei kombinierten Stabilisierungen ist mit einer deutlich erhöhten Einschränkung des subjektiven Befindens zu rechnen.

#### **4.8 Soziale Folgen**

Nach Verletzungen der Wirbelsäule wurden schlechte funktionelle Resultate und eine niedrige Wiedereingliederungsrate beobachtet [84]. Im Schnitt erlangte unser Patientenkollektiv nach 5 Monaten wieder die Arbeitsfähigkeit, womit wir im Bereich von anderen Studien liegen [94]. Die volle berufliche Reintegration gelang in 60,5% der Fälle und einen beruflichen Wechsel mussten lediglich 10,5% unserer Patienten in Kauf nehmen. Im Vergleich zu anderen Studien sind diese Ergebnisse besser (32,3-47% voll beruflich reintegriert, 3,5% mussten einen Arbeitsplatzwechsel vornehmen, 31% gingen freiwillig in die Rente und 21% wurden arbeitslos [94, 126]). Auch im Hinblick auf den Werdegang unserer paraplegischen Patienten konnten wir feststellen, dass nahezu die Hälfte wieder ihre ursprüngliche Tätigkeit aufnehmen konnten. In anderen Studien konnte bereits beobachtet werden, dass der Anteil der körperlich Arbeitenden nach dem Unfall deutlich abnimmt [67, 94]. Sowohl Reinhold et al. mit ihrer Multicenterstudie und Knop et al. befragten retrospektiv einerseits 323 und andererseits 56 Patienten, die allesamt operativ versorgt wurden. Die Arbeitsfähigkeit unterschied sich jedoch nicht in den einzelnen Behandlungsgruppen (dorsal, ventral und dorsoventral) [19, 69, 75]. Anzunehmen ist jedoch, dass neurologische Begleitverletzungen einen

signifikanten Einfluss auf die berufliche Reintegration haben. Über die Hälfte unserer Patienten mit neurologischen Defiziten musste ihre Tätigkeit einstellen und/oder wechseln. Der hohe Anteil an reintegrierten Patienten sollte jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass auch diese erhebliche Probleme im beruflichen Alltag haben. Um dies zu evaluieren, haben wir uns einem zwar groben, aber einfach durchführbaren Parameter bedient, der Finger-Boden-Abstand (FBA). Im Durchschnitt erzielte unser Patientenkollektiv 6,5cm beim Finger-Boden-Abstand, nach den Angaben älterer Literatur zwischen 8,2 und 12,4cm [53, 94]. Nur 30% der RM-Geschädigten konnten im Sitzen ohne jegliche Hilfestellung ihre Zehenendglieder berühren, im Gegensatz dazu 93,8% der Nicht-RM-Geschädigten im Stehen den Boden. Diese Diskrepanz wurde in anderen Quellen bereits beobachtet [34]. Trotz großer Streuung der FBA-Werte konnte eine signifikante Korrelation mit der subjektiven Einschätzung der Rückenfunktion gezeigt werden. Nach Reinhold et al. [33] wird der FBA vom Patientenalter, Geschlecht und Zeitpunkt der Nachuntersuchung signifikant beeinflusst, nicht jedoch von der Art der operativen Stabilisierung oder der Frakturmorphologie.

## 5 Fazit

Nach durchschnittlich 7 Jahren wurden 38 von 71 Probanden im Rahmen dieser Studie rekrutiert und nachuntersucht. Allesamt erlitten eine Verletzung der oberen thorakalen Wirbelsäule (17 waren infolgedessen paraplegisch). Die Verletzungen wurden jeweils einseitig und isoliert dorsal in der BG Unfallklinik Tübingen instrumentiert. Diese Operationstechnik gewährt eine suffiziente Wiederherstellung des Wirbelsäulenprofils und besticht mit einer geringeren Komplikationsrate im Vergleich zu rein ventralen oder kombinierten Vorgehensweisen.

Die meisten BWS-Frakturen entstehen in sog. „high-velocity“-Aufprällen, daher wird bei der Folgebehandlung der Frakturen und den Begleitverletzungen ein interdisziplinäres Vorgehen empfohlen [43].

Die Patienten mit einem Korrekturverlust erreichten dennoch einen guten Gesundheitsstatus und ein gutes körperliches Aktivitätsniveau. In unserer Studie konnte keine Verbindung zwischen der erfolgten knöchernen Ausheilung und der Auswertung der verlaufsdokumentierten kyphotischen Fehlstellung nachgewiesen werden. Im Verlauf nach der Operation bis zur Nachuntersuchung wurde keine klinische Verschlechterung der Symptomatik beobachtet (ODI, SF-36). Das gesamte Patientenkollektiv erzielte im Hinblick auf die subjektiv beschriebene Lebensqualität gute Ergebnisse.

Slosar et al. [111] beschrieben die komplexe Indikationsstellung instabiler lumbaler Berstungsfrakturen und die Indikation zur rein dorsalen, rein ventralen oder gar dorsoventralen Versorgung wie folgt mit einem Satz: „Das therapeutische Procedere wird immer von dem biomechanischen Verhalten der verletzten instabilen Wirbelsäule bestimmt“. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass die isolierte dorsale Instrumentierung mit Pedikelschrauben im Schnitt 7 Jahre nach der Operation – trotz Korrekturverlust – zu keiner Einschränkung der Lebensqualität führt. Nach wie vor sollte daher die dorsale Instrumentation Standard bei der Versorgung von Wirbelfrakturen bleiben, um die Zugangsmorbidität und die daraus resultierenden Folgen so gering wie möglich zu halten.

## 6 Literaturverzeichnis

1. Aaronson, N.K., C. Acquadro, J. Alonso, G. Apolone, D. Bucquet, M. Bullinger, K. Bungay, S. Fukuhara, B. Gandek, S. Keller, D. Razavi, R. Sanson-Fisher, M. Sullivan, S. Wood-Dauphinee, A. Wagner, and J.E. Ware, *International quality of life assessment (IQOLA) project*. Quality of Life Research, 1992. **1**(5): p. 349-351.
2. Acikbas, S.C., F.Y. Arslan, and M.R. Tuncer, *The effect of transpedicular screw misplacement on late spinal stability*. Acta Neurochir (Wien), 2003. **145**(11): p. 949-54; discussion 954-5.
3. Ackerman, P., S.A. Morrison, S. McDowell, and L. Vazquez, *Using the Spinal Cord Independence Measure III to measure functional recovery in a post-acute spinal cord injury program*. Spinal Cord, 2010. **48**(5): p. 380-7.
4. Alexander, M.S., K.D. Anderson, F. Biering-Sorensen, A.R. Blight, R. Brannon, T.N. Bryce, G. Creasey, A. Catz, A. Curt, W. Donovan, J. Ditunno, P. Ellaway, N.B. Finnerup, D.E. Graves, B.A. Haynes, A.W. Heinemann, A.B. Jackson, M.V. Johnston, C.Z. Kalpakjian, N. Kleitman, A. Krassioukov, K. Krogh, D. Lammertse, S. Magasi, M.J. Mulcahey, B. Schurch, A. Sherwood, J.D. Steeves, S. Stiens, D.S. Tulskey, H.J. van Hedel, and G. Whiteneck, *Outcome measures in spinal cord injury: recent assessments and recommendations for future directions*. Spinal Cord, 2009. **47**(8): p. 582-91.
5. Amini, A., R. Beisse, and M.H. Schmidt, *Thoracoscopic spine surgery for decompression and stabilization of the anterolateral thoracolumbar spine*. Neurosurgical FOCUS, 2005. **19**(6): p. 1-9.
6. Anderson, K., S. Aito, M. Atkins, F. Biering-Sorensen, S. Charlifue, A. Curt, J. Ditunno, C. Glass, R. Marino, R. Marshall, M.J. Mulcahey, M. Post, G. Savic, G. Scivoletto, A. Catz, and G. Functional Recovery Outcome Measures Work, *Functional recovery measures for spinal cord injury: an evidence-based review for clinical practice and research*. J Spinal Cord Med, 2008. **31**(2): p. 133-44.
7. Anderson, K.D., M.E. Acuff, B.G. Arp, D. Backus, S. Chun, K. Fisher, J.E. Fjerstad, D.E. Graves, K. Greenwald, S.L. Groah, S.J. Harkema, J.A. Horton, 3rd, M.N. Huang, M. Jennings, K.S. Kelley, S.M. Kessler, S. Kirshblum, S. Koltenuk, M. Linke, I. Ljungberg, J. Nagy, L. Nicolini, M.J. Roach, S. Salles, W.M. Scelza, M.S. Read, R.K. Reeves, M.D. Scott, K.E. Tansey, J.L. Theis, C.Z. Tolfo, M. Whitney, C.D. Williams, C.M. Winter, and J.M. Zanca, *United States (US) multi-center study to assess the validity and reliability of the Spinal Cord Independence Measure (SCIM III)*. Spinal Cord, 2011. **49**(8): p. 880-5.
8. Anthes, T.B., N. Muangman, E. Bulger, and E.J. Stern, *Upper thoracic spine fracture dislocation in a motorcyclist*. Curr Probl Diagn Radiol, 2012. **41**(4): p. 128-9.
9. Azimi, P., H.R. Mohammadi, S. Azhari, P. Alizadeh, and A. Montazeri, *The AOSpine thoracolumbar spine injury classification system: A reliability and agreement study*. Asian J Neurosurg, 2015. **10**(4): p. 282-5.
10. Been, H.D. and G.J. Bouma, *Comparison of two Types of Surgery for Thoraco-Lumbar Burst Fractures: Combined Anterior and Posterior Stabilisation vs. Posterior Instrumentation Only*. Acta Neurochirurgica, 1999. **141**(4): p. 349-357.
11. Beisse, R., M. Potulski, and V. Buhren, *Thorakoskopisch gesteuerte ventrale Plattenspondylodese bei Frakturen der Brust-und Lendenwirbelsaule*. Oper Orthop Traumatol, 1999. **11**(1): p. 54-69.
12. Bence, T., U. Schreiber, T. Grupp, E. Steinhäuser, and W. Mittelmeier, *Two column lesions in the thoracolumbar junction: anterior, posterior or combined approach? A comparative biomechanical in vitro investigation*. Eur Spine J, 2007. **16**(6): p. 813-20.

13. Bernhardt, M. and K.H. Bridwell, *Segmental Analysis of the Sagittal Plane Alignment of the Normal Thoracic and Lumbar Spines and Thoracolumbar Junction*. Spine, 1989. **14**(7): p. 717-721.
14. Bertram, R., H. Bessem, O. Diedrich, U. Wagner, and O. Schmitt, [*Comparison of dorso-lateral and dorso-ventral stabilization procedures in the treatment of vertebral fractures*]. Z Orthop Ihre Grenzgeb, 2003. **141**(5): p. 573-7.
15. Blauth, M., C. Knop, L. Bastian, C. Krettek, and U. Lange, [*Complex injuries of the spine*]. Orthopäde, 1998. **27**(1): p. 17-31.
16. Blauth, M., C. Knop, L. Bastian, and P. Lobenhoffer, *Neue Entwicklungen in der Chirurgie der verletzten Wirbelsäule*. Der Orthopäde, 1997. **26**(5): p. 437.
17. Bohler, J., [*Conservative treatment of spinal injuries yesterday and today*]. Z Orthop Ihre Grenzgeb, 1992. **130**(6): p. 445-6.
18. Bombardier, C., *Outcome assessments in the evaluation of treatment of spinal disorders: summary and general recommendations*. Spine (Phila Pa 1976), 2000. **25**(24): p. 3100-3.
19. Briem, D., A. Behechtnejad, A. Ouchmaev, M. Morfeld, K. Schermelleh-Engel, M. Amling, and J.M. Rueger, *Pain regulation and health-related quality of life after thoracolumbar fractures of the spine*. Eur Spine J, 2007. **16**(11): p. 1925-33.
20. Briem, D., W. Lehmann, A.H. Ruecker, J. Windolf, J.M. Rueger, and W. Linhart, *Factors influencing the quality of life after burst fractures of the thoracolumbar transition*. Arch Orthop Trauma Surg, 2004. **124**(7): p. 461-8.
21. Briem, D., W. Linhart, W. Lehmann, M. Bullinger, V. Schoder, N.M. Meenen, J. Windolf, and J.M. Rueger, [*Investigation of the health-related quality of life after a dorso ventral stabilization of the thoracolumbar junction*]. Unfallchirurg, 2003. **106**(8): p. 625-32.
22. Brodke, D.S., S. Gollogly, K.N. Bachus, R. Alexander Mohr, and B.K. Nguyen, *Anterior thoracolumbar instrumentation: stiffness and load sharing characteristics of plate and rod systems*. Spine (Phila Pa 1976), 2003. **28**(16): p. 1794-801.
23. Bühren, V., *Verletzungen der Brust- und Lendenwirbelsäule*. 2002: p. 273-286.
24. Bullinger, M., *German translation and psychometric testing of the SF-36 Health Survey: Preliminary results from the IQOLA project*. Social Science & Medicine, 1995. **41**(10): p. 1359-1366.
25. Bullinger, M., C. Blome, R. Sommer, D. Lohrberg, and M. Augustin, [*Health-related quality of life: a pivotal endpoint in benefit assessment of medical procedures*]. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz, 2015. **58**(3): p. 283-90.
26. Burney, R.E., *Incidence, Characteristics, and Outcome of Spinal Cord Injury at Trauma Centers in North America*. Archives of Surgery, 1993. **128**(5): p. 596.
27. Burns, J.E., J. Yao, H. Munoz, and R.M. Summers, *Automated Detection, Localization, and Classification of Traumatic Vertebral Body Fractures in the Thoracic and Lumbar Spine at CT*. Radiology, 2015: p. 142346.
28. Butler, J.S., A. Walsh, and J. O'Byrne, *Functional outcome of burst fractures of the first lumbar vertebra managed surgically and conservatively*. Int Orthop, 2005. **29**(1): p. 51-4.
29. Cantor, J.B., N.H. Lebowitz, T. Garvey, and F.J. Eismont, *Nonoperative Management of Stable Thoracolumbar Burst Fractures With Early Ambulation and Bracing*. Spine, 1993. **18**(8): p. 971-976.
30. Catz, A., M. Itzkovich, F. Steinberg, O. Philo, H. Ring, J. Ronen, R. Spasser, R. Gepstein, and A. Tamir, *Disability Assessment by a Single Rater or a Team: A Comparative Study with the Catz-Itzkovich Cord Independence Measure*. Journal of Rehabilitation Medicine, 2002. **34**(5): p. 226-230.



31. Catz, A., M. Itzkovich, L. Tesio, F. Biering-Sorensen, C. Weeks, M.T. Laramee, B.C. Craven, M. Tonack, S.L. Hitzig, E. Glaser, G. Zeilig, S. Aito, G. Scivoletto, M. Mecci, R.J. Chadwick, W.S. El Masry, A. Osman, C.A. Glass, P. Silva, B.M. Soni, B.P. Gardner, G. Savic, E.M. Bergstrom, V. Bluvshstein, and J. Ronen, *A multicenter international study on the Spinal Cord Independence Measure, version III: Rasch psychometric validation*. Spinal Cord, 2007. **45**(4): p. 275-91.
32. Chapman, J.R., P.A. Anderson, C. Pepin, S. Toomey, D.W. Newell, and M.S. Grady, *Posterior instrumentation of the unstable cervicothoracic spine*. J Neurosurg, 1996. **84**(4): p. 552-8.
33. Curt, A., H.J. Van Hedel, D. Klaus, V. Dietz, and E.-S.S. Group, *Recovery from a spinal cord injury: significance of compensation, neural plasticity, and repair*. J Neurotrauma, 2008. **25**(6): p. 677-85.
34. Dajczman, E., *Long-term postthoracotomy pain*. CHEST Journal, 1991. **99**(2): p. 270.
35. Daniaux, H., *[Transpedicular repositioning and spongionoplasty in fractures of the vertebral bodies of the lower thoracic and lumbar spine]*. Unfallchirurg, 1986. **89**(5): p. 197-213.
36. Danisa, O.A., C.I. Shaffrey, J.A. Jane, R. Whitehill, G.J. Wang, T.A. Szabo, C.A. Hansen, M.E. Shaffrey, and D.P. Chan, *Surgical approaches for the correction of unstable thoracolumbar burst fractures: a retrospective analysis of treatment outcomes*. J Neurosurg, 1995. **83**(6): p. 977-83.
37. Delawi, D., W.J. Dhert, R.M. Castelein, A.J. Verbout, and F.C. Oner, *The incidence of donor site pain after bone graft harvesting from the posterior iliac crest may be overestimated: a study on spine fracture patients*. Spine (Phila Pa 1976), 2007. **32**(17): p. 1865-8.
38. Denis, F., *The Three Column Spine and Its Significance in the Classification of Acute Thoracolumbar Spinal Injuries*. Spine, 1983. **8**(8): p. 817-831.
39. Denis, F., G.W.D. Armstrong, K. Searls, and L. Matta, *Acute Thoracolumbar Burst Fractures in the Absence of Neurologic Deficit A Comparison Between Operative and Nonoperative Treatment*. Clinical Orthopaedics and Related Research, 1984. **&NA**(189): p. 142-149.
40. Dick, J.C., D.S. Brodke, T.A. Zdeblick, B.D. Bartel, D.N. Kunz, and A.J. Rapoff, *Anterior Instrumentation of the Thoracolumbar Spine*. Spine, 1997. **22**(7): p. 744-750.
41. Dick, W., *The "Fixateur Interne" as a Versatile Implant for Spine Surgery*. Spine, 1987. **12**(9): p. 882-900.
42. DWG-Kongress Ulm 2008, D.
43. Eggers, C. and A. Stahlenbrecher, *Verletzungen der BWS und LWS*. Der Unfallchirurg, 1998. **101**(10): p. 779-790.
44. el-Khoury, G.Y. and C.G. Whitten, *Trauma to the upper thoracic spine: anatomy, biomechanics, and unique imaging features*. AJR Am J Roentgenol, 1993. **160**(1): p. 95-102.
45. Elfering, A., *Work-related outcome assessment instruments*. Eur Spine J, 2006. **15 Suppl 1**: p. S32-43.
46. Esses, S.I., D.J. Botsford, and J.P. Kostuik, *Evaluation of Surgical Treatment for Burst Fractures*. Spine, 1990. **15**(7): p. 667-673.
47. Fernyhough, J.C., J.J. Schimandle, M.C. Weigel, C.C. Edwards, and A.M. Levine, *Chronic Donor Site Pain Complicating Bone Graft Harvesting From the Posterior Iliac Crest for Spinal Fusion*. Spine, 1992. **17**(12): p. 1474-1480.
48. Forman, J.L., F.J. Lopez-Valdes, S. Duprey, D. Bose, E. Del Pozo de Dios, D. Subit, T. Gillispie, J.R. Crandall, and M. Segui-Gomez, *The tolerance of the human body to*

- automobile collision impact - a systematic review of injury biomechanics research, 1990-2009.* *Accid Anal Prev*, 2015. **80**: p. 7-17.
49. Frankel, H.L., D.O. Hancock, G. Hyslop, J. Melzak, L.S. Michaelis, G.H. Ungar, J.D. Vernon, and J.J. Walsh, *The value of postural reduction in the initial management of closed injuries of the spine with paraplegia and tetraplegia. I.* *Paraplegia*, 1969. **7**(3): p. 179-92.
50. Geck, M.J., A. Macagno, A. Ponte, and H.L. Shufflebarger, *The Ponte procedure: posterior only treatment of Scheuermann's kyphosis using segmental posterior shortening and pedicle screw instrumentation.* *J Spinal Disord Tech*, 2007. **20**(8): p. 586-93.
51. Gertzbein, S.D., *Multicenter Spine Fracture Study.* *Spine*, 1992. **17**(5): p. 528-540.
52. Ghobrial, G.M., C.M. Maulucci, M. Maltenfort, R.T. Dalyai, A.R. Vaccaro, M.G. Fehlings, J. Street, P.M. Arnold, and J.S. Harrop, *Operative and nonoperative adverse events in the management of traumatic fractures of the thoracolumbar spine: a systematic review.* *Neurosurg Focus*, 2014. **37**(1): p. E8.
53. Gonschorek, O., U. Spiegl, T. Weiss, R. Patzold, S. Hauck, and V. Buhren, *[Reconstruction after spinal fractures in the thoracolumbar region].* *Unfallchirurg*, 2011. **114**(1): p. 26-34.
54. Greenough, C.G., *Outcome assessment: recommendations for daily practice.* *Eur Spine J*, 2006. **15 Suppl 1**: p. S118-23.
55. Hakkinen, A., H. Kautiainen, S. Jarvenpaa, M. Arkela-Kautiainen, and J. Ylinen, *Changes in the total Oswestry Index and its ten items in females and males pre- and post-surgery for lumbar disc herniation: a 1-year follow-up.* *Eur Spine J*, 2007. **16**(3): p. 347-52.
56. Hertlein, H., W.H. Hartl, H. Dienemann, M. Schürmann, and G. Lob, *Thoracoscopic repair of thoracic spine trauma.* *European Spine Journal*, 1995. **4**(5): p. 302-307.
57. Hoffmann, C., U.J. Spiegl, S. Hauck, V. Buhren, and O. Gonschorek, *[What is the effect of ventral thoracoscopic spondylodesis (VTS) on elderly patients and what is the medium-term outcome?].* *Z Orthop Unfall*, 2013. **151**(3): p. 257-63.
58. Itzkovich, M., I. Gelernter, F. Biering-Sorensen, C. Weeks, M.T. Laramée, B.C. Craven, M. Tonack, S.L. Hitzig, E. Glaser, G. Zeilig, S. Aito, G. Scivoletto, M. Mecci, R.J. Chadwick, W.S. El Masry, A. Osman, C.A. Glass, P. Silva, B.M. Soni, B.P. Gardner, G. Savic, E.M. Bergstrom, V. Bluvshstein, J. Ronen, and A. Catz, *The Spinal Cord Independence Measure (SCIM) version III: reliability and validity in a multi-center international study.* *Disabil Rehabil*, 2007. **29**(24): p. 1926-33.
59. Iumashev, G.S., A.P. Gromov, A.E. Dmitriev, N.P. Pyrlina, and Antuf'ev, II, *[Experimental and clinical whiplash injuries of the cervical and upper thoracic portions of the spine].* *Ortop Travmatol Protez*, 1970. **31**(6): p. 1-5.
60. Jackson, A.B., M. Dijkers, M.J. DeVivo, and R.B. Poczatek, *A demographic profile of new traumatic spinal cord injuries: Change and stability over 30 years.* *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 2004. **85**(11): p. 1740-1748.
61. Jiang, B., R. Zhu, Q. Cao, and H. Pan, *Severe thoracic spinal fracture-dislocation without neurological symptoms and costal fractures: a case report and review of the literature.* *J Med Case Rep*, 2014. **8**: p. 343.
62. Joshi, A. and G.C. Kostakis, *An investigation of post-operative morbidity following iliac crest graft harvesting.* *Br Dent J*, 2004. **196**(3): p. 167-71; discussion 155.
63. Junge, A.J., T. von Garrel, A. Krueger, and L. Gotzen, *Die monosegmentale Instrumentation und Fusion instabiler Verletzungen der thorakolumbalen Wirbelsäule.* 2002. **2002**: p. 576-576.

64. Kim, D.H. and T.J. Albert, *Update on use of instrumentation in lumbar spine disorders*. Best Pract Res Clin Rheumatol, 2002. **16**(1): p. 123-40.
65. Knop, C., M. Blauth, L. Bastian, U. Lange, J. Kesting, and H. Tscherne, *Fractures of the thoracolumbar spine*. Der Unfallchirurg, 1997. **100**(8): p. 630-639.
66. Knop, C., M. Blauth, B. V., M. Arand, H.J. Egbers, P.M. Hax, J. Nothwang, H.J. Oestern, A. Pizanis, R. Roth, A. Weckbach, and A. Wentzensen, *Operative Behandlung von Verletzungen des thorako-lumbalen Übergangs - Teil 3: Nachuntersuchung*. Der Unfallchirurg, 2001. **104**(7): p. 583-600.
67. Knop, C., H.F. Fabian, L. Bastian, and M. Blauth, *Late Results of Thoracolumbar Fractures After Posterior Instrumentation and Transpedicular Bone Grafting*. Spine, 2001. **26**(1): p. 88-99.
68. Knop, C., M. Oeser, L. Bastian, U. Lange, M. Zdichavsky, and M. Blauth, *Entwicklung und Validierung des VAS-Wirbelsäulenscores*. Der Unfallchirurg, 2001. **104**(6): p. 488-497.
69. Kraemer, W.J., E.H. Schemitsch, J. Lever, R.J. McBroom, M.D. McKee, and J.P. Waddell, *Functional Outcome of Thoracolumbar Burst Fractures Without Neurological Deficit*. Journal of Orthopaedic Trauma, 1996. **10**(8): p. 541-544.
70. Kuklo, T.R., B.K. Potter, S.C. Ludwig, P.A. Anderson, R.W. Lindsey, A.R. Vaccaro, and G. Spine Trauma Study, *Radiographic measurement techniques for sacral fractures consensus statement of the Spine Trauma Study Group*. Spine (Phila Pa 1976), 2006. **31**(9): p. 1047-55.
71. Labbe, J.L., O. Peres, O. Leclair, R. Goulon, P. Scemama, and F. Jourdel, *Fractures of the upper transthoracic cage*. J Bone Joint Surg Br, 2009. **91**(1): p. 91-6.
72. Larson, J.S., *The MOS 36-Item Short form Health Survey: A Conceptual Analysis*. Evaluation & the Health Professions, 1997. **20**(1): p. 14-27.
73. Lasfargues, J.E., D. Custis, F. Morrone, J. Carswell, and T. Nguyen, *A model for estimating spinal cord injury prevalence in the United States*. Paraplegia, 1995. **33**(2): p. 62-8.
74. Laurie, S.W.S., L.B. Kaban, J.B. Mulliken, and J.E. Murray, *Donor-Site Morbidity after Harvesting Rib and Iliac Bone*. Plastic and Reconstructive Surgery, 1984. **73**(6): p. 933-938.
75. Leferink, V., K. Zimmerman, E. Veldhuis, E. ten Vergert, and H. ten Duis, *Thoracolumbar spinal fractures: radiological results of transpedicular fixation combined with transpedicular cancellous bone graft and posterior fusion in 183 patients*. European Spine Journal, 2001. **10**(6): p. 517-523.
76. Lehmann, W., A. Ushmaev, A. Ruecker, J. Nuechtern, L. Grossterlinden, P.G. Begemann, T. Baeumer, J.M. Rueger, and D. Briem, *Comparison of open versus percutaneous pedicle screw insertion in a sheep model*. Eur Spine J, 2008. **17**(6): p. 857-63.
77. Li, C., Y. Zhou, H. Wang, J. Liu, and L. Xiang, *Treatment of unstable thoracolumbar fractures through short segment pedicle screw fixation techniques using pedicle fixation at the level of the fracture: a finite element analysis*. PLoS One, 2014. **9**(6): p. e99156.
78. Liljenqvist, U., H. Halm, W.H.M. Castro, and U. Mommsen, *Thoracic fracture-dislocations without spinal cord injury: a case report and literature review*. European Spine Journal, 1995. **4**(4): p. 252-256.
79. Lim, T.-H., H.S. An, J.H. Hong, J.Y. Ahn, J.W. You, J. Eck, and L.M. McGrady, *Biomechanical Evaluation of Anterior and Posterior Fixations in an Unstable Calf Spine Model*. Spine, 1997. **22**(3): p. 261-266.

80. Louis, R., J.P. Bonsignour, and R. Ouiminga, *[Controlled orthopedic reduction of spinal fractures]*. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot, 1975. **61**(4): p. 323-44.
81. Magerl, F., M. Aebi, S.D. Gertzbein, J. Harms, and S. Nazarian, *A comprehensive classification of thoracic and lumbar injuries*. European Spine Journal, 1994. **3**(4): p. 184-201.
82. Magnus, G., *Die Behandlung und Begutachtung des Wirbelbruches*. Archiv für Orthopädische und Unfall-Chirurgie, 1931. **29**(1): p. 277-283.
83. Maier, R., A. Liderer, and R. Schabus, *Treatment of spinal injuries*. Wiener medizinische Wochenschrift, 1994. **144**(24): p. 619-30.
84. Muller, C.W., T. Hufner, T. Gosling, and C. Krettek, *[Traumatology of the spine]*. Chirurg, 2008. **79**(10): p. 918, 920-6.
85. Najman, J.M. and S. Levine, *Evaluating the impact of medical care and technologies on the quality of life: A review and critique*. Social Science & Medicine. Part F: Medical and Social Ethics, 1981. **15**(2-3): p. 107-115.
86. Oskouian, R.J., Jr., C.I. Shaffrey, R. Whitehill, C.A. Sansur, N. Pouratian, A.S. Kanter, A.R. Asthagiri, A.S. Dumont, J.P. Sheehan, W.J. Elias, and M.E. Shaffrey, *Anterior stabilization of three-column thoracolumbar spinal trauma*. J Neurosurg Spine, 2006. **5**(1): p. 18-25.
87. Passlick, B., C. Born, H. Mandelkow, W. Siemel, and O. Thetter, *Langzeitbeschwerden nach minimal-invasiven thoraxchirurgischen Operationen und nach Thoracotomie*. Der Chirurg, 2001. **72**(8): p. 934-938.
88. Payer, M., *Unstable upper and middle thoracic fractures. Preliminary experience with a posterior transpedicular correction-fixation technique*. J Clin Neurosci, 2005. **12**(5): p. 529-33.
89. Pekkanen, L., M.H. Neva, H. Kautiainen, J. Dekker, K. Piitulainen, M. Wahlman, and A. Hakkinen, *Disability and health-related quality of life in patients undergoing spinal fusion: a comparison with a general population sample*. BMC Musculoskelet Disord, 2013. **14**: p. 211.
90. Pickett, G.E., M. Campos-Benitez, J.L. Keller, and N. Duggal, *Epidemiology of traumatic spinal cord injury in Canada*. Spine (Phila Pa 1976), 2006. **31**(7): p. 799-805.
91. Post, R.B., C.K. van der Sluis, V.J. Leferink, P.U. Dijkstra, and H.J. ten Duis, *Nonoperatively treated type A spinal fractures: mid-term versus long-term functional outcome*. Int Orthop, 2009. **33**(4): p. 1055-60.
92. Quinlan, M.R., J.F. Quinlan, B. Lenehan, S. Bahari, and J.P. McElwain, *The need for multi-disciplinary management of combined orthopaedic and genito-urinary injuries*. European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology, 2009. **19**(4): p. 249-254.
93. Reinhold, M., C. Knop, R. Beisse, L. Audige, F. Kandziora, A. Pizanis, R. Pranzl, E. Gercek, M. Schultheiss, A. Weckbach, V. Buhren, and M. Blauth, *[Operative treatment of traumatic fractures of the thoracic and lumbar spinal column. Part I: epidemiology]*. Unfallchirurg, 2009. **112**(1): p. 33-42, 44-5.
94. Reinhold, M., C. Knop, R. Beisse, L. Audige, F. Kandziora, A. Pizanis, R. Pranzl, E. Gercek, M. Schultheiss, A. Weckbach, V. Buhren, and M. Blauth, *[Operative treatment of traumatic fractures of the thoracic and lumbar spinal column: Part III: Follow up data]*. Unfallchirurg, 2009. **112**(3): p. 294-316.
95. Reinhold, M., C. Knop, R. Beisse, L. Audige, F. Kandziora, A. Pizanis, R. Pranzl, E. Gercek, M. Schultheiss, A. Weckbach, V. Buhren, and M. Blauth, *[Operative treatment of traumatic fractures of the thorax and lumbar spine. Part II: surgical treatment and radiological findings]*. Unfallchirurg, 2009. **112**(2): p. 149-67.

96. Reinhold, M., C. Knop, U. Lange, L. Bastian, and M. Blauth, *[Non-operative treatment of thoracolumbar spinal fractures. Long-term clinical results over 16 years]*. Unfallchirurg, 2003. **106**(7): p. 566-76.
97. Reinhold, M., R. Schmid, C. Knop, and M. Blauth, *Komplikationsspektrum operativ versorgter Wirbelsäulenverletzungen*. Trauma und Berufskrankheit, 2005. **7**(S02): p. S281-S291.
98. Resch, H., M. Rabl, H. Klampfer, E. Ritter, and P. Povacz, *Operative vs. konservative Behandlung von Frakturen des thorakolumbalen Übergangs*. Der Unfallchirurg, 2000. **103**(4): p. 281-288.
99. Resch, H., M. Rabl, H. Klampfer, E. Ritter, and P. Povacz, *Operative vs. konservative Behandlung von Frakturen des thorakolumbalen Übergangs*. Der Unfallchirurg, 2000. **103**(4): p. 281-288.
100. Richards, D., M. Carhart, C. Raasch, J. Pierce, D. Steffey, and A. Ostarello, *Incidence of thoracic and lumbar spine injuries for restrained occupants in frontal collisions*. Annu Proc Assoc Adv Automot Med, 2006. **50**: p. 125-39.
101. Robertson, P.A. and A.C. Wray, *Natural History of Posterior Iliac Crest Bone Graft Donation for Spinal Surgery*. Spine, 2001. **26**(13): p. 1473-1476.
102. Rogers, L.F., C. Thayer, P.E. Weinberg, and K.S. Kim, *Acute injuries of the upper thoracic spine associated with paraplegia*. AJR Am J Roentgenol, 1980. **134**(1): p. 67-73.
103. Sasso, R.C., N.M. Best, T.M. Reilly, and R.A. McGuire, *Anterior-Only Stabilization of Three-Column Thoracolumbar Injuries*. Journal of Spinal Disorders & Techniques, 2005. **18**(Supplement 1): p. S7-S14.
104. Scheer, J.K., J. Bakhsheshian, S. Fakurnejad, T. Oh, N.S. Dahdaleh, and Z.A. Smith, *Evidence-Based Medicine of Traumatic Thoracolumbar Burst Fractures: A Systematic Review of Operative Management across 20 Years*. Global Spine J, 2015. **5**(1): p. 73-82.
105. Schmidt, S., K.D. Thomann, and M. Rauschmann, *[Deformities following spinal injury at the thoracolumbar junction]*. Orthopade, 2010. **39**(3): p. 256-63.
106. Schroeder, G.D., A.R. Vaccaro, C.K. Kepler, J.D. Koerner, F.C. Oner, M.F. Dvorak, L.R. Vialle, B. Aarabi, C. Bellabarba, M.G. Fehlings, K.J. Schnake, and F. Kandziora, *Establishing the injury severity of thoracolumbar trauma: confirmation of the hierarchical structure of the AOSpine Thoracolumbar Spine Injury Classification System*. Spine (Phila Pa 1976), 2015. **40**(8): p. E498-503.
107. Schweighofer, F., H.P. Hofer, R. Wildburger, N. Stockenhuber, and G. Bratschitsch, *Unstable fractures of the upper thoracic spine*. Langenbecks Archiv für Chirurgie, 1997. **382**(1): p. 25-28.
108. Scivoletto, G., F. Tamburella, L. Laurenza, and M. Molinari, *The spinal cord independence measure: how much change is clinically significant for spinal cord injury subjects*. Disabil Rehabil, 2013. **35**(21): p. 1808-13.
109. Siebenga, J., V.J. Leferink, M.J. Segers, M.J. Elzinga, F.C. Bakker, H.J. Haarman, P.M. Rommens, H.J. ten Duis, and P. Patka, *Treatment of traumatic thoracolumbar spine fractures: a multicenter prospective randomized study of operative versus nonsurgical treatment*. Spine (Phila Pa 1976), 2006. **31**(25): p. 2881-90.
110. Singh, K., F.M. Phillips, E. Kuo, and M. Campbell, *A prospective, randomized, double-blind study of the efficacy of postoperative continuous local anesthetic infusion at the iliac crest bone graft site after posterior spinal arthrodesis: a minimum of 4-year follow-up*. Spine (Phila Pa 1976), 2007. **32**(25): p. 2790-6.
111. Slosar, P.J., A.G. Patwardhan, M. Lorenz, R. Havey, and M. Sartori, *Instability of the Lumbar Burst Fracture and Limitations of Transpedicular Instrumentation*. Spine, 1995. **20**(13): p. 1452-1461.

112. Speth, M.J.G.M., F.C. Oner, M.A.C. Kadic, L.W.L. de Klerk, and A.J. Verbout, *Recurrent kyphosis after posterior stabilization of thoracolumbar fractures: 24 cases treated with a Dick internal fixator followed for 1.5-4 years*. *Acta Orthopaedica*, 1995. **66**(5): p. 406-410.
113. Steeves, J.D., D. Lammertse, A. Curt, J.W. Fawcett, M.H. Tuszynski, J.F. Ditunno, P.H. Ellaway, M.G. Fehlings, J.D. Guest, N. Kleitman, P.F. Bartlett, A.R. Blight, V. Dietz, B.H. Dobkin, R. Grossman, D. Short, M. Nakamura, W.P. Coleman, M. Gaviria, A. Privat, and P. International Campaign for Cures of Spinal Cord Injury, *Guidelines for the conduct of clinical trials for spinal cord injury (SCI) as developed by the ICCP panel: clinical trial outcome measures*. *Spinal Cord*, 2007. **45**(3): p. 206-21.
114. Tamburrelli, F.C., L. Scaramuzzo, M. Genitiempo, and L. Proietti, *Erratum to "Minimally Invasive Treatment of the Thoracic Spine Disease: Completely Percutaneous and Hybrid Approaches"*. *Minimally Invasive Surgery*, 2014. **2014**: p. 1-1.
115. Tarlov, A.R., *The Medical Outcomes Study*. *Jama*, 1989. **262**(7): p. 925.
116. Vaccaro, A.R. and J.S. Silber, *Post-traumatic Spinal Deformity*. *Spine*, 2001. **26**(Supplement): p. S111-S118.
117. van Beek, E.J.R., H.D. Been, K.-J. Ponsen, and M. Maas, *Upper thoracic spinal fractures in trauma patients — a diagnostic pitfall*. *Injury*, 2000. **31**(4): p. 219-223.
118. Vavken, P., A.K. Ganal-Antonio, J. Quidde, F.H. Shen, J.R. Chapman, and D. Samartzis, *Fundamentals of Clinical Outcomes Assessment for Spinal Disorders: Clinical Outcome Instruments and Applications*. *Global Spine J*, 2015. **5**(4): p. 329-38.
119. Verheyden, A.P., A. Holzl, H. Ekkerlein, E. Gercek, S. Hauck, C. Josten, F. Kandziora, S. Katscher, C. Knop, W. Lehmann, R. Meffert, C.W. Muller, A. Partenheimer, C. Schinkel, P. Schleicher, K.J. Schnake, M. Scholz, and C. Ulrich, *[Recommendations for the treatment of thoracolumbar and lumbar spine injuries]*. *Unfallchirurg*, 2011. **114**(1): p. 9-16.
120. Verlaan, J.J., C.H. Diekerhof, E. Buskens, I. van der Tweel, A.J. Verbout, W.J.A. Dhert, and F.C. Oner, *Surgical Treatment of Traumatic Fractures of the Thoracic and Lumbar Spine*. *Spine*, 2004. **29**(7): p. 803-814.
121. Vioreanu, M.H., J.F. Quinlan, I. Robertson, and J.M. O'Byrne, *Vertebral fractures and concomitant fractures of the sternum*. *Int Orthop*, 2005. **29**(6): p. 339-42.
122. Ware, J.E., M. Kosinski, B. Gandek, N.K. Aaronson, G. Apolone, P. Bech, J. Brazier, M. Bullinger, S. Kaasa, A. Leplège, L. Prieto, and M. Sullivan, *The Factor Structure of the SF-36 Health Survey in 10 Countries*. *Journal of Clinical Epidemiology*, 1998. **51**(11): p. 1159-1165.
123. Whitesides, T.E., *Traumatic Kyphosis of the Thoracolumbar Spine*. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 1977. **&NA;**(128): p. 78??92.
124. WHO, *The World Health Organization quality of life assessment (WHOQOL): Position paper from the World Health Organization*. *Social Science & Medicine*, 1995. **41**(10): p. 1403-1409.
125. Wood, K.B., D. Bohn, and A. Mehbod, *Anterior Versus Posterior Treatment of Stable Thoracolumbar Burst Fractures Without Neurologic Deficit*. *Journal of Spinal Disorders & Techniques*, 2005. **18**(Supplement 1): p. S15-S23.
126. Wood, K.B., G.R. Buttermann, R. Phukan, C.C. Harrod, A. Mehbod, B. Shannon, C.M. Bono, and M.B. Harris, *Operative compared with nonoperative treatment of a thoracolumbar burst fracture without neurological deficit: a prospective randomized study with follow-up at sixteen to twenty-two years*. *J Bone Joint Surg Am*, 2015. **97**(1): p. 3-9.

127. Wood, K.B., P. Kos, M. Schendel, and K. Persson, *Effect of Patient Position on the Sagittal-Plane Profile of the Thoracolumbar Spine*. *Journal of Spinal Disorders*, 1996. **9**(2): p. 165-169.
128. Yue, J.J., A. Sossan, C. Selgrath, L.S. Deutsch, K. Wilkens, M. Testaiuti, and J.P. Gabriel, *The treatment of unstable thoracic spine fractures with transpedicular screw instrumentation: a 3-year consecutive series*. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2002. **27**(24): p. 2782-7.
129. Zhang, Y., F. Zhou, and Y. Sun, *Assessment of health-related quality of life using the SF-36 in Chinese cervical spondylotic myelopathy patients after surgery and its consistency with neurological function assessment: a cohort study*. *Health Qual Life Outcomes*, 2015. **13**: p. 39.

## 7 Anlagen

# BERUFGENOSSENSCHAFTLICHE UNFALLKLINIK TÜBINGEN

(Oswestry disability index)

Name: \_\_\_\_\_

Geburtsdatum: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

Bitte füllen Sie diesen Fragebogen aus. Er soll uns darüber informieren, wie Ihre Rückenprobleme Ihre Fähigkeit beeinflussen, den Alltag zu bewältigen. Wir bitten Sie, jeden Abschnitt zu beantworten. Kreuzen Sie in jedem Abschnitt nur die Aussage an, die Sie heute am besten beschreibt.

### ABSCHNITT 1: Schmerzstärke

- Ich habe momentan keine Schmerzen (0)
- Die Schmerzen sind momentan sehr schwach (1)
- Die Schmerzen sind momentan mäßig (2)
- Die Schmerzen sind momentan ziemlich stark (3)
- Die Schmerzen sind momentan sehr stark (4)
- Die Schmerzen sind momentan so schlimm wie nur vorstellbar (5)

### ABSCHNITT 2: Körperpflege (Waschen, Anziehen etc.)

- Ich kann meine Körperpflege normal durchführen, ohne Schmerzzuwachs (0)
- Ich kann meine Körperpflege normal durchführen, aber es ist schmerzhaft (1)
- Meine Körperpflege durchzuführen ist schmerzhaft, und ich bin langsam und vorsichtig (2)
- Ich brauche bei der Körperpflege etwas Hilfe, bewältige das meiste aber selbst (3)
- Ich brauche täglich Hilfe bei den meisten Aspekten der Körperpflege (4)
- Ich kann mich nicht selbst anziehen, wasche mich mit Mühe und bleibe im Bett (5)

### ABSCHNITT 3: Heben

- Ich kann schwere Gegenstände heben, ohne dass die Schmerzen dadurch stärker werden (0)
- Ich kann schwere Gegenstände heben, aber die Schmerzen werden dadurch stärker (1)
- Schmerzen hindern mich daran, schwere Gegenstände vom Boden zu heben, aber es geht, wenn sie geeignet stehen (z.B. auf einem Tisch) (2)
- Schmerzen hindern mich daran, schwere Gegenstände zu heben, aber ich kann leichte bis mittelschwere Gegenstände heben, wenn sie geeignet stehen (3)
- Ich kann nur sehr leichte Gegenstände heben (4)
- Ich kann überhaupt nichts heben oder tragen (5)

### ABSCHNITT 4: Gehen

- Schmerzen hindern mich nicht daran, so weit zu gehen, wie ich möchte (0)
- Schmerzen hindern mich daran, mehr als 1-2 km zu gehen (1)
- Schmerzen hindern mich daran, mehr als 0.5 km zu gehen (2)
- Schmerzen hindern mich daran, mehr als 100 m zu gehen (3)
- Ich kann nur mit einem Stock oder Krücken gehen (4)
- Ich bin die meiste Zeit im Bett und muss mich zur Toilette schleppen (5)

### ABSCHNITT 5: Sitzen

- Ich kann auf jedem Stuhl so lange sitzen wie ich möchte (0)
- Ich kann auf meinem Lieblingsstuhl so lange sitzen wie ich möchte (1)
- Schmerzen hindern mich daran, länger als 1 Stunde zu sitzen (2)
- Schmerzen hindern mich daran, länger als eine halbe Stunde zu sitzen (3)
- Schmerzen hindern mich daran, länger als 10 Minuten zu sitzen (4)
- Schmerzen hindern mich daran, überhaupt zu sitzen (5)



**ABSCHNITT 6: Stehen**

- Ich kann so lange stehen wie ich möchte, ohne dass die Schmerzen stärker werden (0)
- Ich kann so lange stehen wie ich möchte, aber die Schmerzen werden dadurch stärker (1)
- Schmerzen hindern mich daran, länger als 1 Stunde zu stehen (2)
- Schmerzen hindern mich daran, länger als eine halbe Stunde zu stehen (3)
- Schmerzen hindern mich daran, länger als 10 Minuten zu stehen (4)
- Schmerzen hindern mich daran, überhaupt zu stehen (5)

**ABSCHNITT 7: Schlafen**

- Mein Schlaf ist nie durch Schmerzen gestört (0)
- Mein Schlaf ist gelegentlich durch Schmerzen gestört (1)
- Ich schlafe auf Grund von Schmerzen weniger als 6 Stunden (2)
- Ich schlafe auf Grund von Schmerzen weniger als 4 Stunden (3)
- Ich schlafe auf Grund von Schmerzen weniger als 2 Stunden (4)
- Schmerzen hindern mich daran, überhaupt zu schlafen (5)

**ABSCHNITT 8: Sexualleben (falls zutreffend)**

- Mein Sexualleben ist normal, und die Schmerzen werden dadurch nicht stärker (0)
- Mein Sexualleben ist normal, aber die Schmerzen werden dadurch stärker (1)
- Mein Sexualleben ist nahezu normal, aber sehr schmerzhaft (2)
- Mein Sexualleben ist durch Schmerzen stark eingeschränkt (3)
- Ich habe auf Grund von Schmerzen fast kein Sexualleben (4)
- Schmerzen verhindern jegliches Sexualleben (5)

**ABSCHNITT 9: Sozialleben**

- Mein Sozialleben ist normal, und die Schmerzen werden dadurch nicht stärker (0)
- Mein Sozialleben ist normal, aber die Schmerzen werden dadurch stärker (1)
- Schmerzen haben keinen wesentlichen Einfluss auf mein Sozialleben (2)
- Schmerzen schränken mein Sozialleben ein, und ich gehe nicht mehr so oft aus (3)
- Schmerzen schränken mein Sozialleben auf mein Zuhause ein (4)
- Ich habe auf Grund von Schmerzen kein Sozialleben (5)

**ABSCHNITT 10: Reisen**

- Ich kann überallhin reisen, und die Schmerzen werden dadurch nicht stärker (0)
- Ich kann überallhin reisen, aber die Schmerzen werden dadurch stärker (1)
- Trotz starker Schmerzen kann ich länger als 2 Stunden unterwegs sein (2)
- Ich kann auf Grund von Schmerzen höchstens 1 Stunde unterwegs sein (3)
- Ich kann auf Grund von Schmerzen nur notwendige Fahrten unter 30 Minuten machen (4)
- Schmerzen hindern mich daran, Fahrten zu machen, außer zur medizinischen Behandlung (5)

# BERUFSGENOSSENSCHAFTLICHE UNFALLKLINIK TÜBINGEN

(SCIM-Score)

Name: \_\_\_\_\_  
 Geburtsdatum: \_\_\_\_\_  
 Datum: \_\_\_\_\_

## SELBSTVERSORGUNG:

- 1) **Ernährung (schneiden, öffnen von Dosen, einschenken, Essen zum Mund führen, befüllte Tasse halten)**
  - 0 Benötigt Sondennahrung, parenterale oder vollständige orale Nahrungsgabe
  - 1 Benötigt partiell Hilfe beim Essen/Trinken oder trägt adaptiv ein Gerät
  - 2 Eigenständiges Essen möglich; Hilfe/Gerätschaft nur beim Schneiden des Essens oder Öffnen von Dosen
  - 3 Eigenständiges Essen und Trinken; benötigt keinerlei Hilfe/Gerätschaften
  
- 2) **Baden (einseifen, waschen, Kopf und Körper abtrocknen, Wasserhahn-Bedienung)**
  - 2.A) obere Körperhälfte**
    - 0 Benötigt rundum Hilfe
    - 1 Benötigt teilweise Hilfe
    - 2 Eigenständiges Waschen mit Gerätschaften oder im spezifischen Setting (z.B. Handgriffe, Stuhl,...)
    - 3 Eigenständiges Waschen; benötigt keinerlei Gerätschaften/Hilfe
  
  - 2.B) untere Körperhälfte**
    - 0 Benötigt rundum Hilfe
    - 1 Benötigt teilweise Hilfe
    - 2 Eigenständiges Waschen mit Gerätschaften oder in spezifischen Situationen (z.B. Handgriffe, Stuhl,...)
    - 3 Eigenständiges Waschen; benötigt keinerlei Gerätschaften/Hilfe
  
- 3) **Ankleiden (Kleidung, Schuhe, permanente Orthesen: anziehen, tragen, ausziehen)**
  - 3.A) obere Körperhälfte**
    - 0 Benötigt rundum Hilfe
    - 1 Benötigt teilweise Hilfe bei der Kleidung ohne Knöpfe, Reißverschlüsse oder Schnürbänder
    - 2 Unabhängig von Kleidung ohne Knöpfe, Reißverschlüssen, Schnürbänder; Gerätschaft und Setting nötig
    - 3 Unabhängig von Kleidung ohne Knöpfe, Reißverschlüssen, Schnürbänder; Gerätschaft oder Setting nötig
    - 4 Eigenständiges Ankleiden; keine Hilfe/Geräte benötigt für Knöpfe, Reißverschlüsse oder Schnürbänder
  
  - 3.B) untere Körperhälfte**
    - 0 Benötigt rundum Hilfe
    - 1 Benötigt teilweise Hilfe bei der Kleidung ohne Knöpfe, Reißverschlüsse oder Schnürbänder
    - 2 Unabhängig von Kleidung ohne Knöpfe, Reißverschlüssen, Schnürbänder; Gerätschaft und Setting nötig
    - 3 Unabhängig von Kleidung ohne Knöpfe, Reißverschlüssen, Schnürbänder; Gerätschaft oder Setting nötig
    - 4 Eigenständiges Ankleiden; keine Hilfe/Geräte benötigt für Knöpfe, Reißverschlüsse oder Schnürbänder
  
- 4) **Körperpflege (Waschen von Händen oder Gesicht, Zähneputzen, Haare kämmen, rasieren, Makeup auflegen)**
  - 0 Benötigt rundum Hilfe
  - 1 Benötigt teilweise Hilfe
  - 2 Eigenständige Körperpflege mit Gerätschaften
  - 3 Eigenständige Körperpflege ohne Gerätschaften

**PUNKTE (0-20): .....**

**RESPIRATION UND SPHINKTER-MANAGEMENT:****5) Respiration**

- 0 Benötigt trachealen Tubus (TT) und permanente oder intermittierende unterstützende Ventilation (IAV)
- 2 Eigenständige Atmung mit TT; benötigt Sauerstoff, viel Hilfe beim Husten oder TT-Management notwendig
- 4 Eigenständige Atmung mit TT; etwas Hilfe beim Husten oder TT-Management notwendig
- 6 Eigenständige Atmung ohne TT; benötigt Sauerstoff, viel Hilfe beim Husten (Maske oder IAV) notwendig
- 8 Eigenständige Atmung ohne TT; benötigt etwas Hilfe oder Stimulation zum Husten
- 10 Eigenständige Atmung ohne Hilfe/Gerätschaften

**6) Sphinkter-Management (Harnblase)**

- 0 Dauerkatheterisiert
- 3 Restharnvolumen (RHV) >100ml; keine dauerhafte Katheterisierung
- 6 RHV <100ml oder intermittierende Selbstkatheterisierung (ISK); Hilfe bei Anwendung des Drainagegerätes
- 9 ISK; benötigt ein externes Drainagegerät, keine Hilfe bei Anwendung
- 11 ISK; kontinent zwischen Katheterisierungen; benutzt keine externe Drainagegeräte
- 13 RHV <100ml; benötigt nur eine externe Urindrainage; keine Hilfe bei Drainage notwendig
- 15 RHV <100ml; kontinent; benutzt kein externes Drainagegerät

**7) Sphinkter-Management (Darm)**

- 0 Unregelmäßiges Timing oder sehr geringe Frequenz (<1x innerhalb von 3 Tagen) der Darmbewegungen
- 5 Regelmäßiges Timing, aber Hilfe notwendig (z.B. Zäpfchengabe), selten Unfälle (<2x monatlich)
- 8 Regelmäßige Darmbewegungen, keine Hilfe notwendig; selten Unfälle (<2x monatlich)
- 10 Regelmäßige Darmbewegungen, keine Hilfe notwendig; kein Unfälle

**8) Toilette (perianale Hygiene, Berichtigung der Kleidung davor/danach, Verwendung von Windeln/Servietten)**

- 0 Benötigt rundum Hilfe
- 1 Benötigt teilweise Hilfe; eigenständiges Putzen nicht möglich
- 2 Benötigt teilweise Hilfe; eigenständiges Putzen möglich
- 4 Eigenständige Toilettennutzung in allen Bereichen, benötigt aber Gerätschaft oder spezielles Setting
- 5 Eigenständige Toilettennutzung; benötigt keine Gerätschaften oder ein spezielles Setting

**PUNKTE (0-40): .....****BEWEGLICHKEIT (Zimmer/Toilette):****9) Beweglichkeit im Bett (Lagerung, um Druckstellen zu vermeiden)**

- 0 Benötigt rundum Hilfe bei allen Aktivitäten (Drehung der oberen/unteren Körperhälfte, im Bett aufrichten, im Rollstuhl abdrücken)
- 2 Durchführung von einer der Aktivitäten ohne Hilfe möglich
- 4 Durchführung von zwei oder drei der Aktivitäten ohne Hilfe möglich
- 6 Durchführung von allen Aktivitäten ohne Hilfe möglich; eigenständige Vermeidung von Druckstellen

**10) Transfer: Bett-Rollstuhl (Rollstuhl festsetzen, Fußstützen anheben, Einstellung Armstützen, Füße anheben)**

- 0 Benötigt rundum Hilfe
- 1 Benötigt teilweise Hilfe und/oder Beaufsichtigung und/oder Gerätschaften (z.B. Rutschbrett)
- 2 Unabhängig (oder benötigt keinen Rollstuhl)

**11) Transfer: Rollstuhl-Toilettensitz (bei WC-Stuhl: Transfer auf und zurück; bei regulärem Rollstuhl: siehe 10)**

- 0 Benötigt rundum Hilfe
- 1 Benötigt teilweise Hilfe und/oder Beaufsichtigung und/oder Gerätschaften (z.B. Greifstangen)
- 2 Unabhängig (oder benötigt keinen Rollstuhl)

**BEWEGLICHKEIT (innerhalb/außerhalb des Hauses auf ebener Oberfläche):****12) Beweglichkeit innerhalb des Hauses**

- 0 Benötigt rundum Hilfe
- 1 Benötigt einen elektronischen Rollstuhl oder teilweise Hilfe bei der Handhabung eines manuellen Rollstuhls
- 2 Bewegt sich eigenständig im manuellen Rollstuhl
- 3 Benötigt Beaufsichtigung beim Gehen (mit/ohne Gerätschaften)
- 4 Geht mit einem Gehgestell oder Krücken (schwingen)
- 5 Geht mit Krücken oder zwei Spazierstöcken (reziprokes Gehen)
- 6 Geht mit einem Spazierstock
- 7 Benötigt lediglich eine Beinorthese
- 8 Geht ohne Hilfsmittel

**13) Beweglichkeit über moderate Distanzen (10-100 Meter)**

- 0 Benötigt rundum Hilfe
- 1 Benötigt einen elektronischen Rollstuhl oder teilweise Hilfe bei der Handhabung eines manuellen Rollstuhls
- 2 Bewegt sich eigenständig im manuellen Rollstuhl
- 3 Benötigt Beaufsichtigung beim Gehen (mit/ohne Gerätschaften)
- 4 Geht mit einem Gehgestell oder Krücken (schwingen)
- 5 Geht mit Krücken oder zwei Spazierstöcken (reziprokes Gehen)
- 6 Geht mit einem Spazierstock
- 7 Benötigt lediglich eine Beinorthese
- 8 Geht ohne Hilfsmittel

**14) Beweglichkeit außerhalb des Hauses (über 100 Meter)**

- 0 Benötigt rundum Hilfe
- 1 Benötigt einen elektronischen Rollstuhl oder teilweise Hilfe bei der Handhabung eines manuellen Rollstuhls
- 2 Bewegt sich eigenständig im manuellen Rollstuhl
- 3 Benötigt Beaufsichtigung beim Gehen (mit/ohne Gerätschaften)
- 4 Geht mit einem Gehgestell oder Krücken (schwingen)
- 5 Geht mit Krücken oder zwei Spazierstöcken (reziprokes Gehen)
- 6 Geht mit einem Spazierstock
- 7 Benötigt lediglich eine Beinorthese
- 8 Geht ohne Hilfsmittel

**15) Stufen-Management**

- 0 Unfähig Stufen hinauf-/hinabzusteigen
- 1 Unter Hilfe/Beaufsichtigung durch andere Person fähig 3 Stufen hinauf-/hinabzusteigen
- 2 Unter Hilfe (Geländer und/oder Krücke/Spazierstock) fähig 3 Stufen hinauf-/hinabzusteigen
- 3 Ohne jegliche Hilfe/Beaufsichtigung fähig 3 Stufen hinauf-/hinabzusteigen

**16) Transfer: Rollstuhl-Auto (sich dem Auto nähern, Rollstuhl festsetzen, Armlehnen/Fußstützen entfernen, Transfer in/aus Auto, Rollstuhl in/aus Auto befördern)**

- 0 Benötigt rundum Hilfe
- 1 Benötigt teilweise Hilfe und/oder Beaufsichtigung und/oder Gerätschaften
- 2 Eigenständiger Transfer; benötigt keine Gerätschaften (oder benötigt keinen Rollstuhl)

**17) Transfer: Boden-Rollstuhl**

- 0 Benötigt Hilfe
- 1 Eigenständiger Transfer mit/ohne Gerätschaften (oder benötigt keinen Rollstuhl)

**PUNKTE (0-40): .....****GESAMTPUNKTZAHL (0-100): .....**

# BERUFSGENOSSENSCHAFTLICHE UNFALLKLINIK TÜBINGEN

(SF-36)

**Name:** \_\_\_\_\_  
**Geburtsdatum:** \_\_\_\_\_  
**Datum:** \_\_\_\_\_

In diesem Fragebogen geht es um Ihre Beurteilung Ihres Gesundheitszustandes. Der Bogen ermöglicht es, im Zeitverlauf nachzuvollziehen, wie Sie sich fühlen und wie Sie im Alltag zurechtkommen. Bitte beantworten Sie jede der folgenden Fragen, indem Sie bei den Antwortmöglichkeiten die Zahl ankreuzen, die am besten auf Sie zutrifft.

**1. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben?**  
**(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)**

|               |   |
|---------------|---|
| Ausgezeichnet | 1 |
| Sehr gut      | 2 |
| Gut           | 3 |
| Weniger gut   | 4 |
| Schlecht      | 5 |

**2. Im Vergleich zum vergangenen Jahr, wie würden Sie Ihren derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben?**  
**(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)**

|   |   |
|---|---|
| Derzeit viel besser als vor einem Jahr      | 1 |
| Derzeit etwas besser als vor einem Jahr     | 2 |
| Etwa so wie vor einem Jahr                  | 3 |
| Derzeit etwas schlechter als vor einem Jahr | 4 |
| Derzeit viel schlechter als vor einem Jahr  | 5 |

**3. Im folgenden sind einige Tätigkeiten beschrieben, die Sie vielleicht an einem normalen Tag ausüben. Sind Sie durch Ihren derzeitigen Gesundheitszustand bei diesen Tätigkeiten eingeschränkt? Wenn ja, wie stark?**  
**(Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Zahl an)**

| TÄTIGKEITEN  | Ja, stark eingeschränkt | Ja, etwas eingeschränkt | Nein, überhaupt nicht eingeschränkt |
|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| a. anstrengende Tätigkeiten, z.B. schnell laufen, schwere Gegenstände heben, anstrengenden Sport treiben | 1                       | 2                       | 3                                   |
| b. mittelschwere Tätigkeiten, z.B. einen Tisch verschieben, staubsaugen, kegeln, Golf spielen            | 1                       | 2                       | 3                                   |
| c. Einkaufstaschen heben oder tragen   | 1                       | 2                       | 3                                   |
| d. mehrere Treppenabsätze steigen  | 1                       | 2                       | 3                                   |
| e. einen Treppenabsatz steigen   | 1                       | 2                       | 3                                   |
| f. sich beugen, knien, bücken  | 1                       | 2                       | 3                                   |
| g. mehr als 1 Kilometer zu Fuß gehen   | 1                       | 2                       | 3                                   |
| h. mehrere Straßenkreuzungen weit zu Fuß gehen   | 1                       | 2                       | 3                                   |
| i. eine Straßenkreuzung weit zu Fuß gehen  | 1                       | 2                       | 3                                   |
| j. sich baden oder anziehen  | 1                       | 2                       | 3                                   |

**4. Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund Ihrer körperlichen Gesundheit irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause ?**

**(Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Zahl an)**

| SCHWIERIGKEITEN   | JA | NEIN |
|---|----|------|
| a. Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein  | 1  | 2    |
| b. Ich habe weniger geschafft als ich wollte  | 1  | 2    |
| c. Ich konnte nur bestimmte Dinge tun   | 1  | 2    |
| d. Ich hatte Schwierigkeiten bei der Ausführung (z.B. ich musste mich besonders anstrengen) | 1  | 2    |

**5. Hatten Sie in den vergangenen 4 Wochen aufgrund seelischer Probleme irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause (z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich fühlten) ?**

**(Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Zahl an)**

| SCHWIERIGKEITEN                                       | JA | NEIN |
|---|----|------|
| a. Ich konnte nicht so lange wie üblich tätig sein    | 1  | 2    |
| b. Ich habe weniger geschafft als ich wollte          | 1  | 2    |
| c. Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten | 1  | 2    |

**6. Wie sehr haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre normalen Kontakte zu Familienangehörigen, Freunden, Nachbarn oder zum Bekanntenkreis beeinträchtigt?**

**(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)**

|                 |   |
|-----------------|---|
| Überhaupt nicht | 1 |
| Etwas           | 2 |
| Mäßig           | 3 |
| Ziemlich        | 4 |
| Sehr            | 5 |

**7. Wie stark waren Ihre Schmerzen in den vergangenen 4 Wochen?**

**(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)**

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Ich hatte keine Schmerzen | 1 |
| Sehr leicht               | 2 |
| Leicht                    | 3 |
| Mäßig                     | 4 |
| Stark                     | 5 |
| Sehr stark                | 6 |

**8. Inwieweit haben die Schmerzen Sie in den vergangenen 4 Wochen bei der Ausübung Ihrer Alltagstätigkeiten zu Hause und im Beruf behindert?**

**(Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)**

|                 |   |
|-----------------|---|
| Überhaupt nicht | 1 |
| Ein bißchen     | 2 |
| Mäßig           | 3 |
| Ziemlich        | 4 |
| Sehr            | 5 |

**9. In diesen Fragen geht es darum, wie Sie sich fühlen und wie es Ihnen in den vergangenen 4 Wochen ergangen ist. (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile die Zahl an, die Ihrem Befinden am ehesten entspricht). Wie oft waren Sie in den vergangenen 4 Wochen... (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Zahl an)**

| BEFINDEN   | Immer | Meistens | Ziemlich oft | Manchmal | Selten | Nie |
|--|-------|----------|--------------|----------|--------|-----|
| a. ...voller Schwung   | 1     | 2        | 3            | 4        | 5      | 6   |
| b. ....sehr nervös   | 1     | 2        | 3            | 4        | 5      | 6   |
| c. ...so niedergeschlagen, dass Sie nichts aufheitern konnte ? | 1     | 2        | 3            | 4        | 5      | 6   |
| d. ...ruhig und gelassen                                       | 1     | 2        | 3            | 4        | 5      | 6   |
| e. ...voller Energie?  | 1     | 2        | 3            | 4        | 5      | 6   |
| f. ...entmutigt und traurig                                    | 1     | 2        | 3            | 4        | 5      | 6   |
| g. ...erschöpft  | 1     | 2        | 3            | 4        | 5      | 6   |
| h. ...glücklich  | 1     | 2        | 3            | 4        | 5      | 6   |
| i. ...müde   | 1     | 2        | 3            | 4        | 5      | 6   |

**10. Wie häufig haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme in den vergangenen 4 Wochen Ihre Kontakte zu anderen Menschen (Besuche bei Freunden, Verwandten usw.) beeinträchtigt? (Bitte kreuzen Sie nur eine Zahl an)**

|          |   |
|----------|---|
| Immer    | 1 |
| Meistens | 2 |
| Manchmal | 3 |
| Selten   | 4 |
| Nie      | 5 |

**11. Inwieweit trifft jede der folgenden Aussagen auf Sie zu? (Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile nur eine Zahl an)**

| AUSSAGEN  | Trifft ganz zu | Trifft weitgehend zu | Weiß nicht | Trifft weitgehend nicht zu | Trifft überhaupt nicht zu |
|---|----------------|----------------------|------------|----------------------------|---------------------------|
| a. Ich scheine etwas leichter als andere krank zu werden  | 1              | 2                    | 3          | 4                          | 5                         |
| b. Ich bin genauso gesund wie alle anderen, die ich kenne | 1              | 2                    | 3          | 4                          | 5                         |
| c. Ich erwarte, dass meine Gesundheit nachlässt           | 1              | 2                    | 3          | 4                          | 5                         |
| d. Ich erfreue mich ausgezeichneter Gesundheit            | 1              | 2                    | 3          | 4                          | 5                         |

**12. Wie würden Sie Ihren derzeitigen Gesundheitszustand beschreiben?**

|               |                       |
|---------------|-----------------------|
| sehr gut      | <input type="radio"/> |
| gut           | <input type="radio"/> |
| mittelmäßig   | <input type="radio"/> |
| schlecht      | <input type="radio"/> |
| sehr schlecht | <input type="radio"/> |

**13. Im Folgenden finden Sie eine Reihe von Aussagen. Bitte Kreuzen (X) Sie in jeder Reihe an, ob diese für Sie zutrifft oder nicht.**

|   | JA | NEIN |
|---|----|------|
| Ich bin andauernd müde  |    |      |
| Ich habe nachts Schmerzen   |    |      |
| Ich fühle mich niedergeschlagen   |    |      |
| Ich habe unerträgliche Schmerzen  |    |      |
| Ich nehme Tabletten, um schlafen zu können  |    |      |
| Ich habe vergessen, wie es ist Freude zu empfinden  |    |      |
| Ich fühle mich gereizt  |    |      |
| Ich finde es schmerzhaft, meine Körperposition zu verändern                                   |    |      |
| Ich fühle mich einsam   |    |      |
| Ich kann mich nur innerhalb des Hauses bewegen  |    |      |
| Es fällt mir schwer mich zu bücken  |    |      |
| Alles strengt mich an   |    |      |
| Ich wache in den frühen Morgenstunden auf   |    |      |
| Ich kann überhaupt nicht gehen  |    |      |
| Es fällt mir schwer, zu anderen Menschen Kontakt aufzunehmen                                  |    |      |
| Die Tage ziehen sich  |    |      |
| Ich habe Schwierigkeiten Treppen hinauf- und hinunterzugehen                                  |    |      |
| Es fällt mir schwer nach Gegenständen zu greifen  |    |      |
| Ich habe Schmerzen beim Gehen   |    |      |
| Mir reißt derzeit oft der Geduldsfaden  |    |      |
| Ich fühle, dass ich niemanden nahestehe   |    |      |
| Ich liege nachts die meiste Zeit wach   |    |      |
| Ich habe das Gefühl, die Kontrolle zu verlieren   |    |      |
| Ich habe Schmerzen, wenn ich stehe  |    |      |
| Es fällt mir schwer mich selbst anzuziehen  |    |      |
| Meine Energie lässt schnell nach  |    |      |
| Es fällt mir schwer lange zu stehen (z.B. am Spülbecken, an der Bushaltestelle)               |    |      |
| Ich habe andauernd Schmerzen  |    |      |
| Ich brauche lange zum Einschlafen   |    |      |
| Ich habe das Gefühl für andere Menschen eine Last zu sein                                     |    |      |
| Sorgen halten mich nachts wach  |    |      |
| Ich fühle, dass das Leben nicht lebenswert ist  |    |      |
| Ich schlafe nachts schlecht   |    |      |
| Es fällt mir schwer mit anderen Menschen auszukommen  |    |      |
| Ich brauche Hilfe, wenn ich mich außer Haus bewegen will (Stock oder jemand, der mich stützt) |    |      |
| Ich habe Schmerzen, wenn ich Treppen hinauf- und hinuntergehe                                 |    |      |
| Ich wache deprimiert auf  |    |      |
| Ich habe Schmerzen, wenn ich sitze  |    |      |



## **8 Erklärung zum Eigenanteil**

Nach der Erstellung des Prüfplans und der Zustimmung der Ethikkommission, habe ich selbstständig alle Daten nach Abschnitt „Material/Methoden“ erhoben und diese gemeinsam mit Herrn Dr. Gonser statistisch ausgewertet. Diese statistische Auswertung erfolgte nach den hausüblichen Statuten mittels JMP (Version 11.1.1, SAS Institute). Die gesamte Niederschrift wurde selbstständig ausgeführt.

Vielen Dank an Herrn PD Dr. Badke für die Hilfe bei der Erstellung des Prüfplans und der abschließenden Korrekturlesung. Vielen Dank an Herrn Dr. Meder für die engmaschige Betreuung, der zweiten radiologischen Messung und der ersten Korrekturlesung. Vielen Dank an Herrn Dr. Gonser für die technische Hilfe innerhalb der statistischen Auswertung.